الجهاز العصبى

وعلاقته بالغذاء والتلوث البيئى



إعداد

أ . د . محمد أمين عبدالله

د . منى عبدالرحمن على



المكتبة الأكاديمية



وعلاقته بالغذاء والتلـوث البيئـى

إعـــداد :

أ. د. محمد أمين عبد الله

عميد كلية التربية النوعية بالقاهرة سابقاً

وأستاذ علوم الأغذية - كلية الزراعة

جامعة عين شمس

د. منى عبد الرحمن على عثمان

مدرس فسيولوجيا الجهاز العصبى

كلية العلوم - جامعة حلوان



الناشر

لكتبة الأكاديمية

١٩٩٩



محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة

الفصل الثالث
الموصلات العصبية

الفصل الرابع
الفيتامينات والجهاز العصبى

الفصل الخامس
الأملاح المعدنية والجهاز العصبى

الفصل السادس
مضافات الطعام والجهاز العصبى

الفصل السابع
التلوث البيئى والجهاز العصبى

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

تشير الأبحاث العالمية الحديثة فى مختلف مجالات العلم إلى اتباع أساليب علمية مبتكرة فى استخلاص وعرض المعلومات؛ حتى يتاح للدارس الاستفادة القصوى من الحقائق العلمية وتوظيفها فى الخدمة التعليمية والبحثية.

ومن ناحية أخرى.. فإن الربط بين الحقائق العلمية بعضها ببعض، وبين جوانب العلم المتعددة من علوم الكيمياء والطبيعة وعلوم الأحياء والعلوم البيولوجية والفسيولوجية والعلوم الإحصائية والرياضية، بالإضافة إلى العلوم التطبيقية أصبح من الاستراتيجيات العلمية الهادفة؛ حتى يمكن الاستفادة من خصائص كل المجالات العلمية فى تنمية القدرة العلمية لدى الدارسين والبحاث..

وباستعراض ما هو منشور فى المجلات والدوريات العلمية العالمية، وفى المراجع المتخصصة وفى الموسوعات العلمية، وكذلك ما هو متاح فى بنوك المعلومات المحلية والدولية، أو ما يمكن معرفته من خلال الشبكات المحلية والدولية المتصلة بأنظمة الحاسب الآلى، يتضح الربط الوثيق بين كافة مصادر المعرفة، مع استحداث الأسلوب الرياضى كعنصر أساسى فى استعراض وسرعة الوصول إلى تحقيق الهدف المطلوب.

وقد اتبع فى هذا الكتاب الأسلوب العلمى الذى يعتمد على محاولة ارتباط الخصائص الفسيولوجية مع المواد الغذائية التى يتناولها الفرد.

ومن المعروف أن علم الفسيولوجى هو أحد العلوم البيولوجية المهمة، والتى تتعلق بدراسة الخصائص الوظيفية للكائن الحى.

وسوف لا يتطرق الكتاب إلى تصنيف علم الفسيولوجى من فسيولوجى عام General Physiology، أو فسيولوجيا الحيوان Animal Physiology، والفسيولوجى

المقارن Comparative Physiology، أو فسيولوجيا الأمراض Pathological Physiology، ولكنه سوف يعطى بعض المؤشرات الخاصة بما هو معروف باسم electrophysiology، والذى يرتبط بالخلايا العصبية ودور المواد الغذائية وتركيبها على هذه الخصائص.

وتعتبر الطبعة الحالية من الكتاب محاولة هادفة لإلقاء الضوء على هذا الاتجاه، والتى سوف يتبعها سلسلة من الكتب تعتمد على الأثر الواضح والأكيد للمواد الغذائية وعلاقتها بجميع النواحى الفسيولوجية للإنسان.

وأخيراً نسأل الله العزيز القدير أن يوفقنا فى مسيرتنا العلمية....

مصادر المعلومات

تطرقنا عند تجميع معلومات هذا الكتاب إلى مصادر عديدة، وسوف نوضح بصورة مختصرة أهمية هذه المصادر وأنواعها.

أولاً: المراجع العلمية:

أ - Textbooks، وفيه تبنى المعلومات المتاحة على أساس تجارب علمية وفعلية، مع رأى المؤلف فى هذه التجارب.

ب - Reference books، وهو يحتوى على معلومات قد تختلف فى تطبيقها من دولة لأخرى، طبقًا للظروف المتاحة فى كل دولة، ويقع فى نطاق هذه المجموعة:

١ - كتب مؤتمرات: يصدر عن المؤتمر العلمى كتابان: الأول قبل بدء المؤتمر، ويتضمن موجز البحوث التى ستلقى، ويسمى ملخص بحوث المؤتمر، والكتاب الثانى يصدر بعد انتهاء المؤتمر ويتضمن البحوث التى تم تقييمها وألقيت فى المؤتمر وتعليقات الحاضرين وتوصيات المؤتمر، ويسمى هذا الكتاب وقائع المؤتمر Proceeding of Conference.

٢ - جامع موضوعى Monograph:

كتاب يشمل تقريراً مكتوباً عن موضوع معين، حيث يشمل الدراسات ذات التفاصيل الدقيقة للموضوع.

٣ - الكتاب السنوى Year book: يحتوى على الموضوعات التى حدثت فى السنوات السابقة والجارية مثل كتاب الإحصاء السنوى.

٤ - المصنف Symposium يحتوى على نتائج البحوث المتعلقة بناحية معينة.

ثانيًا: دائرة المعارف Encyclopedia:

تعتبر دائرة المعارف من أسرع الوسائل العلمية تجميعًا للموضوع المراد البحث فيه،

وهناك دائرة معارف خاصة تقريبًا بكل دولة (مثل دائرة المعارف الأمريكية – البريطانية – المصرية) والمعلومات المتاحة تفهرس على أساس الحروف الأبجدية . وتصدر فى جزء واحد أو عدة أجزاء، كل عام أو كل عدة سنوات، ومن مميزاتها إعطاء خلفية علمية وتاريخية فى الوقت نفسه .

ثالثًا : بنوك المعلومات Information Banks :

يوجد حاليًا فى جمهورية مصر العربية مراكز رئيسية لتجميع المعلومات متصلة بجميع انحاء العالم International Information Banks، وهذه البنوك تهتم بصفة رئيسية بالنواحى العلمية والتطبيقية والتربوية . ويمكن عن طريق الاتصال بأنظمة الفاكس الحصول على المعلومة، إما مطبوعة أو على شاشة جهاز الكمبيوتر، ويوجد منها عديد على أحدث مستوى عالمى، مثل :

- مركز المعلومات التابع لمجلس الوزراء .
- مركز المعلومات بالقوات المسلحة .
- مركز المعلومات بجامعة عين شمس .
- مركز المعلومات بأكاديمية البحث العلمى .

رابعًا : براءة الاختراعات :

تعتبر براءة الاختراع من الوسائل العلمية التى تستخدم عادة لنشر الحقائق العلمية، التى تمت تجربتها ونجحت فعليًا . وهناك جهات متخصصة لتسجيل براءة الاختراعات، مثل أكاديمية البحث العلمى فى جمهورية مصر العربية .

خامسًا : الدوريات العلمية Periodicals :

تعتبر الدوريات العلمية من مصادر المعلومات المهمة التى يعتمد عليها فى تجميع المادة العلمية، **وهذه الدوريات قد تكون شهرية أو ربع سنوية أو نصف سنوية . وتنقسم الدوريات إلى :**

١ - المجلات أو الجرائد العلمية Scientific Journals وهذه الجرائد تكون متخصصة في مجال معين، وقد تكون ربع سنوية أو نصف سنوية أو سنوية. وتقوم بنشر البحوث في صورة مختلفة مثل:

١ - بحث Paper يتناول موضوعاً علميًا مبتكرًا.

٢ - المقالة Article تنشر البيانات في صورة مقالة تربط بينها وبين المعلومات السابقة.

٣ - مقال مراجعة Revision يتم فيه جمع المواد واستعراض بحوث الآخرين وترتيبها منطقيّاً وعلميّاً.

٤ - ملحوظة أو خطاب للمحرر Note, letter to editor وينشر لتسجيل السبق العلمي، ثم يستكمل البحث بعد ذلك.

سادسًا: سلسلة الكتب المتقدمة Advanced books:

وهي تعتبر من أحدث وسائل تجميع المعلومات وأدقها، حيث يشتمل الموضوع الواحد فيها على استعراض لما تم نشره في هذا المجال بتسلسل زمني حتى سنة نشر الكتاب تقريبًا.

سابعًا: النشرات Bulletins:

تقوم بعض الهيئات بتقديم المعلومات في صورة نشرات بحثية، تتضمن طرق ونتائج بحث معين.

ثامنًا: المختصرات Abstracts:

وينشر فيها ملخصات البحوث التي تنشر في المجلات المختلفة دون تعليق أو مناقشة للنتائج، وتتضمن المصدر الذي نشر فيه البحث.

تاسعًا: الفهرس Index:

وهو عبارة عن وسيلة ترتب فيها الموضوعات ترتيبًا أبجديًا، وتقوم الدوريات بإصدار

فهارس خاصة بها على هيئة قوائم، ترتب فيها الموضوعات أو أسماء المؤلفين.

عاشراً : C. D. Rom :

يعتبر هذا النظام من أحدث أنظمة تجميع المعلومات فى العالم، وقد ظهر فى البداية فى بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية، ثم بدأ ينتشر على مستوى العالم. ويمكن لهذا النظام استيعاب كمية كبيرة جداً من المعلومات، ويمكن الحصول عليها بسرعة فائقة مع الدقة البالغة.

الفصل الأول

الجهاز العصبى

الجهاز العصبى

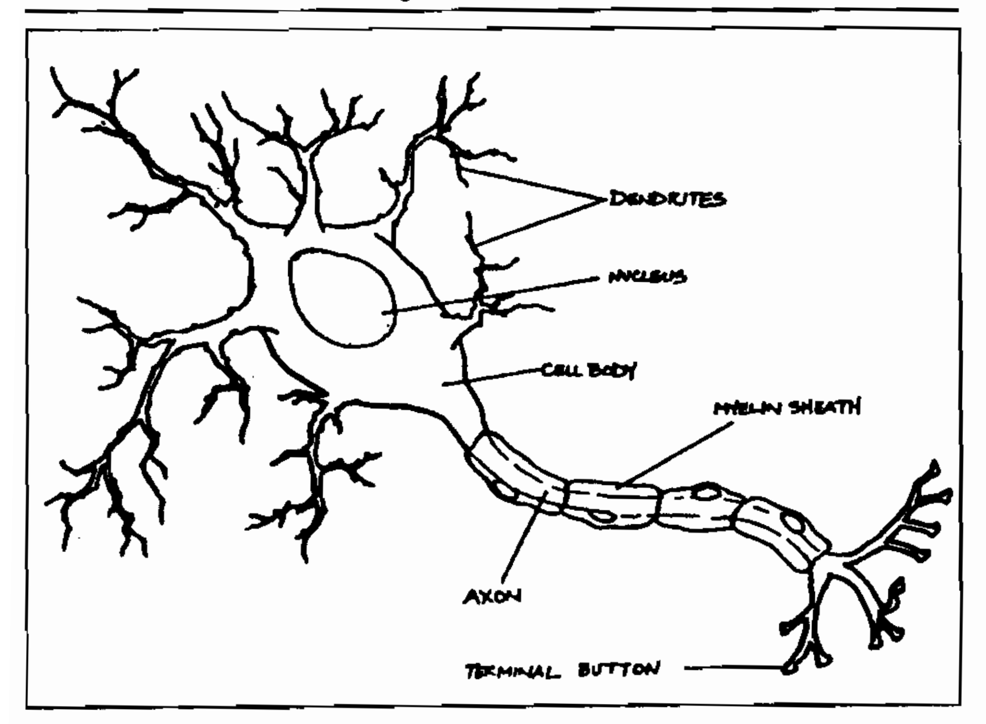
ثبت من الدراسات الحديثة أن التغذية تلعب دوراً مهمّاً فى وظيفة الجهاز العصبى المركزى، وبالتالى فى السلوك، وأن نقص بعض المواد الأساسية يمكن أن يضر بوظائف ونمو الجهاز العصبى، وتعطى سلوكًا مختلفًا. ومنذ ٢٠ عامًا تقريبًا ثبت أن الغذاء يلعب دوراً مهمّاً فى نمو المخ وتكوين الموصلات العصبية Neurotransmitters، فماذا نعرف عن الجهاز العصبى؟

يعمل الجهاز العصبى على تنظيم الوظائف الحيوية المختلفة فى الجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التى تشعر بالمؤثرات الخارجية كالحواس وأجزاء الجسم الأخرى، التى تستجيب لهذه المؤثرات كالعضلات مثلاً. وبفضل الجهاز العصبى تعمل أعضاء الجسم المختلفة، وكأنها وحدة واحدة.

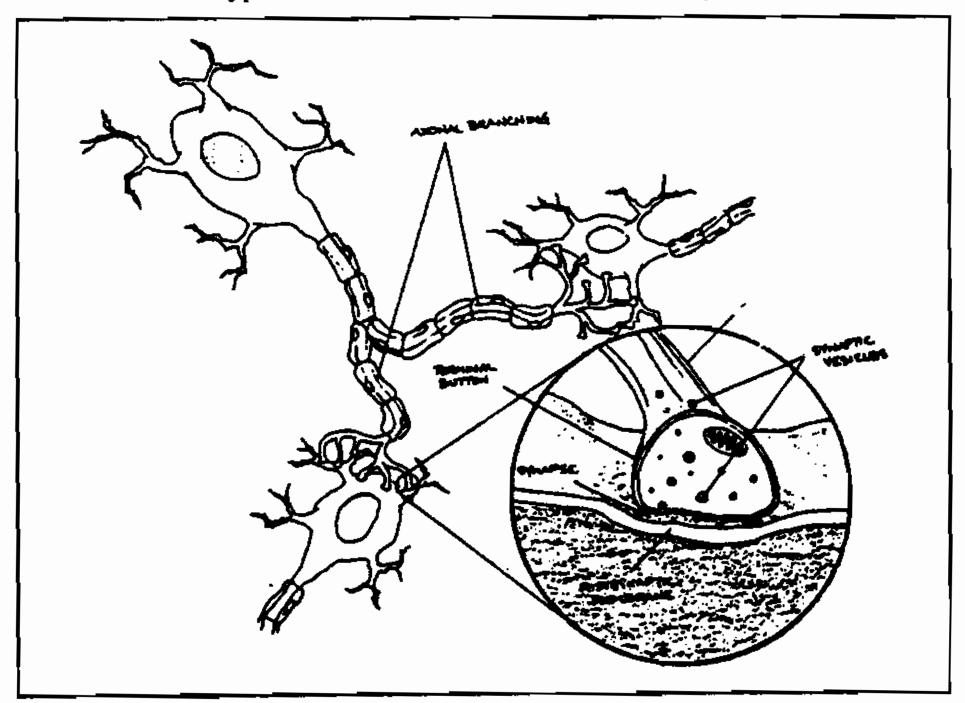
تركيب الجهاز العصبى Structure of Nervous System

إن الخلية العصبية Neuron هى وحدة البناء فى الجهاز العصبى، وهى التى تقوم بتوصيل المعلومات فى صورة سيال عصبى أو ومضة عصبية Nerve impulse، وتكوين وإفراز الموصلات العصبية.

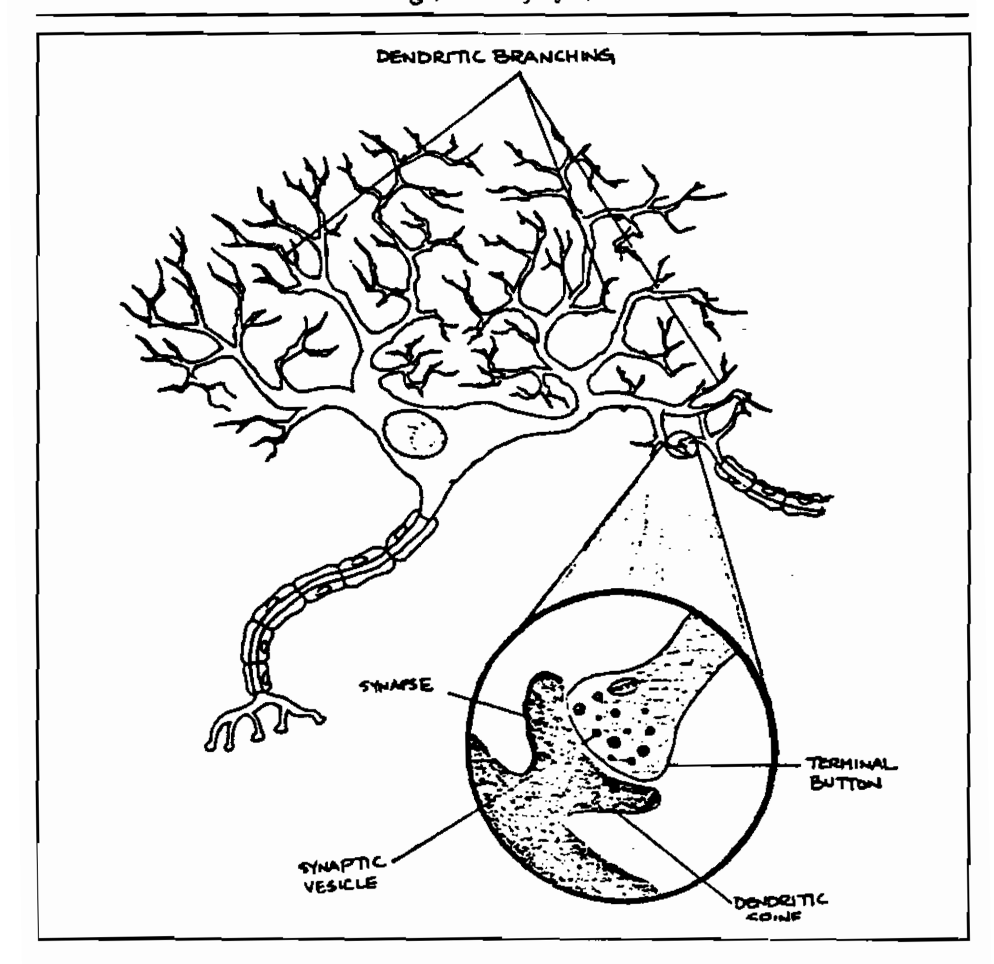
وتحتوى الخلية العصبية على نواة وميتوكوندريا وشبكة اندوبلازمية وجهاز جولجى مثل خلايا الجسم المختلفة، ولكنها تتميز بصفات أخرى تسمح لها بعمل شبكة من الاتصالات مع باقى خلايا الجهاز العصبى لمسافات طويلة، كما أنها لا تستطيع الانقسام. وأى تلف فى خلية عصبية لا يمكن إصلاحه. ويحتوى مخ الإنسان على حوالى $١٠^{١١}$ خلية عصبية تقريبًا.



Atypical neuron within the central nervous system



Enlargement of an axon within the central nervous system



Enlargement of dendrites of a neuron witin the central nervous system. Note branching of dendrite and dendritic spine.

وتتميز الخلية العصبية إلى ثلاث مناطق:

١ - جسم الخلية Cell body:

وهو يحتوى على النواة والإنزيمات المختلفة.

٢ - زوائد شجيرية Dendrits:

وهى عبارة عن امتدادات دقيقة مثل الشجرة حول جسم الخلية، وهذه الشجيرات هى التى تقوم بتوصيل الخلايا ببعضها، وتوصيل المعلومة إلى محور الخلية الأخرى.

٣ - محور الخلية Axon :

وهو عبارة عن امتداد دقيق وطويل من جسم الخلية، والذى عن طريقه ينتقل السيال العصبى من جسم الخلية إلى خلية أخرى. والنقطة التى عندها تنتقل الومضة من خلية إلى أخرى، تسمى تشابكاً عصبيّاً Synapse، وعند هذا التشابك العصبى تحدث انتفاخات للزوائد الشجيرية العصبية، وتتكون بداخلها المواد الناقلة أو الموصلات العصبية.

والموصلات العصبية عبارة عن حويصلات دقيقة، بها تركيبات كيميائية مختلفة. وعند وصول الومضة العصبية إلى هذه الانتفاخات، يحدث تمزق rupture وانتشار re-lease لهذه المواد الكيميائية فى فراغ ضيق Synaptic cleft، وهو يقع بين التشابك العصبى. وخروج هذه المواد الكيميائية من المحتمل أن تثبط inhibitory أو تنشط excit-atory الخلية المستقبلة وهذه بدورها تنقل الرسالة إلى خلية أخرى.

وتنقسم الخلايا العصبية إلى خلايا واردة أو حسية afferent، واخرى صادرة أو محركة efferent، وخلايا عصبية بينية interneurons، وهذه تتركز وظيفتها فى الربط بين الخلايا العصبية. وترتبط الخلايا الحسية بالمستقبلات أو اعضاء الحس receptors، وتحول المنبهات البيئية إلى ومضة عصبية، تنتقل عبر الخلايا الواردة إلى الجهاز العصبى المركزى، وهناك يتم إدراك هذه الومضات العصبية كحس شعورى ينتقل إلى الخلايا الصادرة (الحركية)، التى تحملها بواسطة الجهاز العصبى الطرفى للأعضاء المنفذة Effector organs.

تقسيم الجهاز العصبى

ينقسم الجهاز العصبى إلى نوعين:

١ - الجهاز العصبى المركزى Central nervous system.

٢ - الجهاز العصبى الطرفى Peripheral system.

وفيما يتعلق بالجهاز العصبى المركزى، فهو يتكون من المخ Brain تحيط به الجمجمة والحبل الشوكى Spinal cord، وتحيط به قناة فقارية Vertebral column.

أ - يتكون المخ من ثلاثـة اجـزاء المـخ الأمامـى والمتوسـط والخلفـى وينقسم كل من المخ الأمامى والمخ الخلفـى مـرة أخرى، وبذلك يصبح تكويـن المخ خمسـة أجزاء، وهـى: مقدم المخ Telencephalon ومؤخرة المخ Diencephalon ووسط المخ Me-sencephalon والمخ الخلفى Metencephalon والمخ النخاعى Myelincephalon.

وتنشأ من هذه الأقسام الخمسة التراكيب الوظيفية للمخ. ونجد أن كل قسم يحتوى على مناطق مختلفة، وأن كل منطقة مسئولة عن وظيفة معينة كما يلى:

١ - القشرة المخية Cerebral cortex:

وتتكون من نصفين كرويين Hemisphere، وتعتبر أكبر جزء من المخ، وهى تتحكم فى التفكير والذاكرة والشعور، وتؤثر ايضًا فى الجهاز العصبى الذاتى فمثلاً تنظم ضغط الدم وحركة المعدة.

٢ - الجزء الأمامى Limbic system:

وهذا الجزء يتكون من: قرين آمون Hippocampus وتركيب لوزى Amygdaloid complex وجدار فاصل Septum وتحت المهاد البصرى Hypothalamus وفصين أنفى وكمثرى الشكل Olfactory and Pyriform lobs والمهاد البصرى Thalamus وعقدة عصبية سفلى Basal ganglion.

ويعمل الجزء الأمامى كوحدة واحدة، ويقع أسفل القشرة، ويسمى احشاء المخ، ويتحكم فى الجهاز الحركى ونشاط الاحشاء Viscra، **ونجد أيضًا أن كل جزء من هذه الأجزاء مسئول عن وظيفة معينة فمثلاً:**

أ - العقدة العصبية السفلى تتحكم فى وظيفة الجهاز العصبى الإرادى، وأى تحطيم أو تلف يحدث لها فإن الإنسان يفقد القدرة على الحركة ويتحرك لا اراديا، وهذا يعرف بمرض الشلل الرعاش أو عدم التحكم فى حركة القدم.

ب - قرين آمون يتحكم فى تكوين الذاكرة الحديثة.

جـ - المهاد البصرى يقع فى وسط المخ أسفل القشرة، وينظم وظيفة الاحشاء ومسئول

أيضًا عن الشعور بالألم والسرور.

د - تحت المهاد البصرى وهى مسئولة عن تنظيم الجهاز العصبى الذاتى وتنظيم الوظائف الداخلية للجسم، مثل: درجة الحرارة، اتزان الماء، الأيض الغذائى، ضغط الدم، النوم والشعور والعاطفة. نجد أيضًا أن هذه المنطقة هى المسئولة عن الشهية للطعام وتوجد بها مراكز الشهية، وأن أى محفز لهذه المراكز يؤدى إلى طلب الطعام، وأى تلف لهذه المراكز يؤدى إلى فقد الشهية ويوجد بها أيضًا مراكز الشبع، وأن تنشيط مراكز الشهية (الجوع) باستمرار يؤدى إلى تنشيط مراكز الشبع فيقف طلب الطعام، وأن المعدة الفارغة والجو البارد ينبهان مراكز الشهية فتؤدى إلى طلب الطعام، وأن الجو الحار يقلل من الشهية للطعام. ويوجد أيضًا بهذه المنطقة مراكز العطش وتنبيه هذه المراكز يؤدى إلى طلب الماء.

٣ - المخ الأوسط وساق المخ Midbrain and brain stem:

وهى تحتوى على المخ المتوسط والقنطرة والنخاع والمستطيل Pons and medulla oblongata وهى تنظم عمليات الابتلاع والقئ، وتنظم الجهاز الدورى والتنفسى والنوم والاستيقاظ وحركة العين وتكييفها للرؤية القريبة وتكوين العرق وتكوين العصير المعدى فى المعدة واللمس والسمع. وعن طريق ساق المخ تمر الألياف العصبية بين الحبل الشوكى ومراكز المخ، وهى تعطى حوالى ١٠-١٢ زوجاً من الأعصاب المخية التى تغذى العضلات والغدد.

٤ - المخيخ Cerebellum

وهو اصغر جزء ويوجد خلف نصفى كروى القشرة، ويلعب دوراً مهماً باحتفاظ الجسم بوضعه فى الفراغ والاحتفاظ بتناسق العضلات ضد الجاذبية والتحكم فى الحركة الإرادية للجذع والأطراف، وأيضًا يقوم بتنظيم معدل ضربات القلب واندفاع الدم فى الدورة الدموية.

ب - الحبل الشوكى: يمتد من نهاية النخاع المستطيل من قاعدة المخ ويترك الرأس عن

طريق فتحة كبيرة إلى داخل العمود الفقرى. وبداخله توجد كتلة من الخلايا العصبية مسئولة عن المعلومات الحسية من الجلد والعضلات والأحشاء والمفاصل ومصاحبة للخلايا المحركة التى تصل لها المعلومات عن طريق المخ.

والحبل الشوكى مقسم إلى أربعة أجزاء:

- عنقى Cerevical.
- وصدرى Thoracic.
- وقطنى Lumbar.
- وعجزى Sacral ويحوى زوجاً من الأعصاب فى كل ناحية.

٣ - الجهاز العصبى الطرفى Peripheral system:

يتكون الجهاز العصبى الطرفى من خلايا عصبية أو امتدادات للخلايا العصبية تقع خارج الجهاز العصبى المركزى، وهو عبارة عن جهاز اتصالات لتوصيل المعلومات الحسية والحركية بين المخ وجميع أجزاء الجسم، **وينقسم إلى:**

أ - الجهاز الوارد Afferent system.

ب - الجهاز الصادر Efferent system.

والجهاز العصبى الصادر ينقسم إلى جهاز عصبى جسمى Somatic nervous system وجهاز عصبى ذاتى Autonomic nervous system الذى يشتمل على الجهاز السمبثاوى Sympathetic n.s. والجهاز العصبى البار اسمبثاوى Parasympathetic n.s. مع ملاحظة أن وظيفة الألياف السمبثاوية تضاد وظيفة الألياف الباراسمبثاوية؛ فمثلاً تزيد الألياف السبمثاوية من ضربات القلب وتقلل الحركة الدودية للأمعاء، بينما تقلل الألياف الباراسمبثاوية من ضربات القلب وتزيد من الحركة الدودية للأمعاء. كما أن ألياف الجهاز السمبثاوى تطلق مادة النورابينفرين، بينما تطلق ألياف جهاز الباراسمبثارى مادة الاستيل كولين.

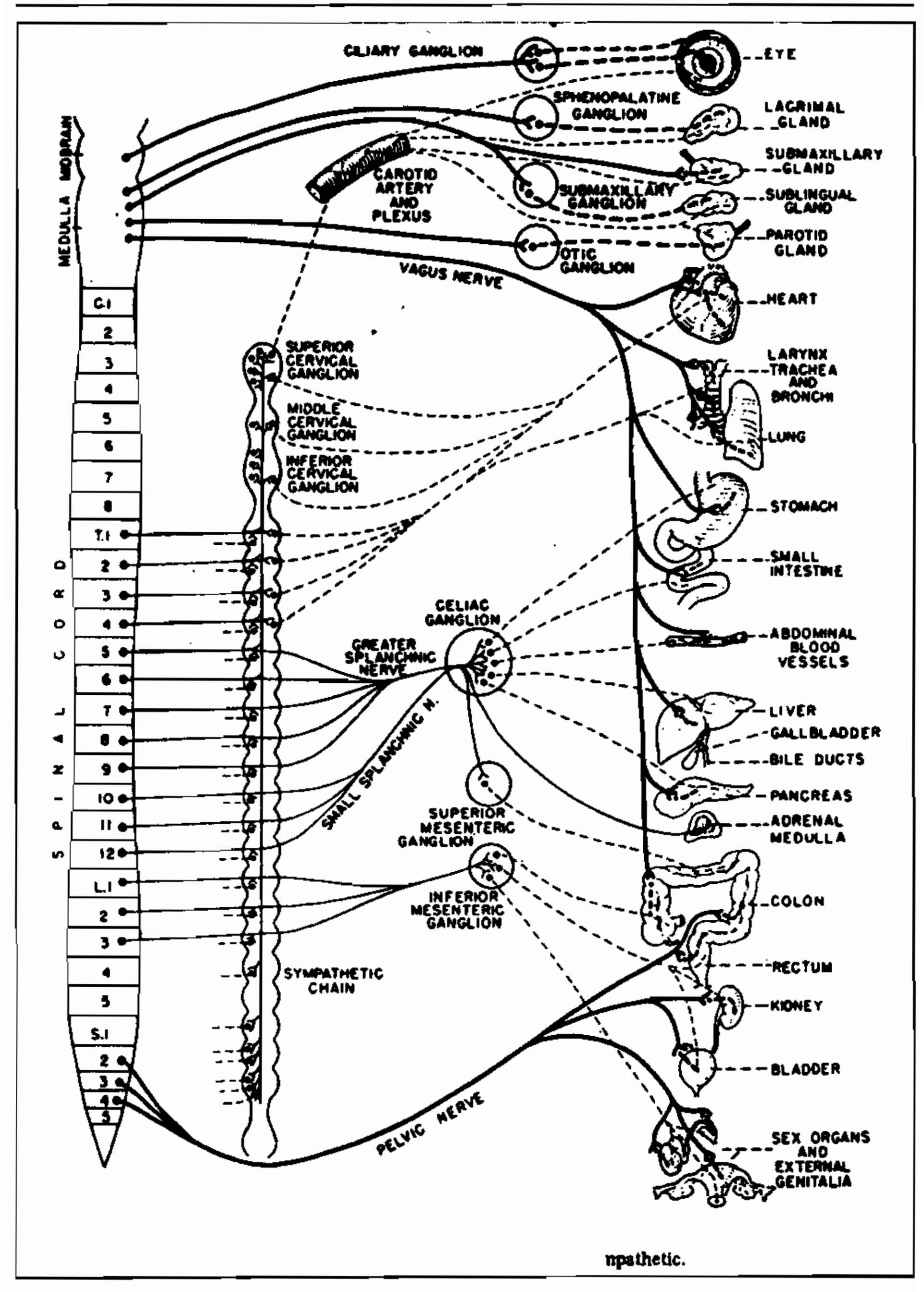


Diagram of the efferent autonomic pathways. Preganglionic neurons are shown as solid lines, postganglionic neurons as dashed lines. The heavy lines are parasympathetic fibers; the light lines are Sympathetic.

(Fundamentals of Human Physiology. 2nd ed. Year Book, 1962.)

الجهاز العصبى الذاتى Autonomic Nervous System

تغذى ألياف هذا الجهاز العضلات القلبية والعضلات المبطنة للجهاز الهضمى والغدد. وهو ينقسم إلى الجهاز السمبثاوى والباراسمبثاوى، ويخرج جسم الخلية التى تغذى هذين القسمين من أماكن مختلفة من الجهاز العصبى المركزى؛ فمثلاً الجهاز السمبثاوى تخرج الأعصاب الخاصة به من المنطقة الصدرية والقطنية من الحبل الشوكى، وتخرج الأعصاب الخاصة بالجهاز الباراسمبثاوى من المنطقة المخية والمنطقة العجزية من الحبل الشوكى. ويحتوى الجهاز السمبثاوى على النورابينفرين ويغذى الأوعية الدموية للعضلات والغدد العرقية وغدد الشعر التى توجد فى الجلد. ويحتوى الجهاز الباراسمبثاوى على الاسيتيل كولين، ونجد أن الاعصاب المخية تغذى عضلات العين وتغذى المنطقة العجزية القولون والمستقيم والحوصلة الصفراوية والحالب والجهاز التناسلى.

وظائف الجهاز السمبثاوى:

يحتفظ بالحالة الداخلية للجسم فى حالة اتزان وينظم درجة الحرارة ويزيد من حركة العضلات؛ نتيجة لزيادة النشاط يزيد من كمية السكر فى الدم، كما يعمل أيضاً على:

أ – فى حالة التمارين العضلية العنيفة يعمل الجهاز السمبثاوى على زيادة إمداد الجسم بالطاقة، وهذه مصحوبة بتوسيع الأوعية الدموية فى العضلات وتضييقها فى مناطق اخرى لإعطائها أكبر قدر من قوة دفع القلب للمناطق النشيطة، كما أنه يزيد من عدد ضربات القلب ليزيد من قوة دفعه للدم.

ب – يعمل على زيادة عملية تكسير الجليكوجين فى الكبد، وبذلك ترتفع نسبة السكر فى الدم ويزيد من عملية تكسير السكر وتكوين حمض اللاكتيك فى العضلات. أما فى الأنسجة الدهنية فيحدث تكسير الجليسيرات الثلاثية، وتزيد كمية الأحماض الدهنية الحرة Free fatty acids.

جـ – ينشط الغدد العرقية ويعمل على ايقاف حركة الأمعاء الدقيقة.

د - يؤدى التعرض للجو البارد إلى انقباض العضلات، ويحدث انقباضًا للأوعية الدموية، وبذلك يحدث احتفاظ بكمية الحرارة ويحدث انتصاب للشعر.

هـ - يعمل فى حالة النزيف على انقباض الأوعية الدموية فيقل بذلك اندفاع الدم، ويحدث أيضًا ارتفاع فى ضغط الدم.

وظائف الجهاز الباراسمبثاوى:

أ - يحتوى على الأعصاب المخية التى تغذى العين، وتعمل على انقباض إنسان العين لتهيئة العين للرؤية القريبة، وأيضًا تغذى الغدد الدمعية وتؤدى إلى افراز الدموع وأيضًا تغذى الغدد اللعابية، وتساعد فى افراز اللعاب.

ب - نجد أن المنطقة البطنية يمدها العصب الحائر Vagus nerve الذى عن طريقه يقل نشاط القلب، وإذا زاد نشاط هذا العصب يحدث توقف للقلب.

جـ - يعمل على انقباض الشعب الهوائية فى الجهاز التنفسى.

د - فى القناة الهضمية فإن العصب الحائر يحفز على افراز العصير المعدى، ويزيد من حركة الأمعاء وإفراز الغدد الخاصة بالهضم.

هـ - يغذى الجزء العجزى المثانة البولية ويساعد على انقباضها وايضًا يغذى الجهاز التناسلى.

استجابة العضو المنفذ "Effector organ" للجهاز الذاتى.

الجهاز المنفذ	الجهاز الباراسمبثاوى	الجهاز السمبثاوى
١ – العين:		
الغدد الدمعية	إفراز الدموع	
عضلات القرنية		انقباض
العضلات المهدبة	انقباض «للرؤية القريبة»	انبساط «للرؤية البعيدة»
٢ – القلب	يقلل الانقباض	زيادة الانقباض
٣ – الأوعية الدموية	تمدد	انقباض
٤ – المعدة		
«الحركة والإفراز»	زيادة	انخفاض
٥ – الأمعاء		
«الحركة والإفراز»	زيادة	انخفاض
٦ – الحوصلة الصفراوية	انقباض	تمدد
٧ – المثانة البولية	انقباض	تمدد
٨ – غدة جار الكلية	إفراز الابينفرين والنورابينفرين	
٩ – الكبد		تكسير الجليكوجين
١٠ – البنكرياس	زيادة إفراز الأنسولين	يقلل إفراز الأنسولين
١١ – الغدة العرقية		إفراز العرق
١٢ – الأنسجة الدهنية		تكسير الدهون

السيال العصبى أو الومضة العصبية Nerve impulse

إن الوظيفة الأساسية للخلية العصبية هى توصيل المعلومات بسرعة من جزء إلى جزء من الجسم فى صورة سيال عصبى، وتوصف هذه الومضة على أنها كهروكيميائية، وتعمل على تغيير نفاذية الغشاء المحيط بالخلية. ففى حالة الراحة أو السكون أو عدم مرور ومضة عصبية Resting state فإن الشحنة الكهربية خارج الخلية موجبة وداخل الخلية سالبة. وتوجد أيونات الصوديوم الموجبة خارج الخلية، ويسمح غشاء الخلية

لأيونات البوتاسيوم الموجبة بنفاذيتها داخل الخلية، بينما تكون الشحنات السالبة الداخلية فى حالة لا يسمح لها بالانتشار. هذا.. ويكون معدل انتشار أيونات الصوديوم الموجبة للخارج أكبر من معدل انتشار ايونات البوتاسيوم إلى الداخل، وبالتالى فإن تركيز ايونات البوتاسيوم فى الداخل أكبر من تركيزها خارج الخلية، ومن هنا يعطى الفرصة للبوتاسيوم أن يتسرب خارج الخلية نظراً لفرق التركيز، وأيضاً فإن أيونات البوتاسيوم الموجبة تنجذب نحو الشحنات السالبة فى الداخل، ونتيجة لذلك يحدث اختلاف فى فرق الجهد على جانبى غشاء الخلية، وهذا يسمى بجهد الغشاء membrane potential ويقال إن الخلية فى حالة استقطاب Polarization .

وعند مرور الاشارة العصبية من الزوائد الشجرية إلى نهاية المحور يحفز أو يثير غشاء المحور وبسرعة يصبح أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم، فتمر من الخارج إلى الداخل. وبدخول الشحنة الموجبة إلى الخلية وخروج الشحنة السالبة تتغير شحنة الخلية فتصبح فى الداخل موجبة وفى الخارج سالبة، وبذلك يتولد فرق فى الجهد action potential أو ما يسمى جهد الصوديوم Sodium potential .

بتغير نفاذية الغشاء الذى يسمح بمرور الصوديوم إلى الداخل، ويسمح أيضاً بمرور البوتاسيوم إلى الخارج ذى الشحنة الموجبة؛ حتى تصبح الأيونات الخارجية مساوية للأيونات الداخلية ثم ترجع الخلية إلى حالتها الطبيعية لتدفع أيونات الصوديوم إلى الخارج وأيونات البوتاسيوم إلى الداخل، وتسمى بمضخة الصوديوم والبوتاسيوم Na+/K+ pump .

وبمرور الومضة من نقطة إلى نقطة يحدث تغير فى جهد الغشاء، وبذلك تمر موجة من السيال العصبى عبر المحور، ويستغرق هذا حوالى خمسة من الألف من الثانية.

الطريقة الكيميائية لتوصيل السيال العصبى:

الوسيط أو الموصلات العصبية Neurotransmitters التى توجد فى نهايات الأعصاب عندما تصل إليها الومضة العصبية، فإنها تنتشر فى التجويف الذى يقع بين التشابك

العصبى Synaptic cleft ثم ترتبط بمستقبلات Receptors خاصة بها على الغشاء ما بعد التشابك العصبى Postsynaptic membrane وتتفاعل مع مركباته مثل البروتين والدهون، وبهذا يصبح الغشاء أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ويحدث استقطاب للخلية ثم يحدث بعد ذلك إزالة الاستقطاب Depolarization بعد تكسير الموصلات العصبية عن طريق الإنزيمات الخاصة بها.

الفصل الثاني

التغذية والهضم والطاقة

مفهوم التغذية NUTRITION

التغذية : هى مجموع العمليات الحيوية التى يحصل الكائن الحى عن طريقها على المواد اللازمة لاستخدامها فى بناء الجسم وتجديد الفاقد من الأنسجة ولبقائه فى حالة صحية جيدة .

الطعام أو الغذاء Food : هو ما يتناوله الكائن الحى ، وبعد هضمه يتحول إلى المواد البسيطة ويمد الجسم بالعناصر الغذائية اللازمة .

فوائد الغذاء :

يحقق الغذاء النواحى الرئيسية الآتية :

١ - يمد الجسم بما يلزم من المواد اللازمة للنمو ، وتعويض مايفقده من خلايا نتيجة جروح أو مرض .

٢ - يمد الجسم بالحرارة نتيجة مايتعرض له الغذاء بعد امتصاصه من القناة الهضمية لكثير من التفاعلات الكميائية يؤدى إلى هدم المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهنية ، ويؤدى ذلك إلى انطلاق كمية من الطاقة لازمة لنشاط الكائن الحى .

حيث إن :

١ جم من المواد البروتينية ← ٤,١ سعر حرارى .

١ جم من المواد الكربوهيدراتية ← ٤,١ سعر حرارى .

١ جم من المواد الدهنية ← ٩,٣ سعر حرارى .

٣ - يمدخلايا الجسم بالمواد اللازمة للنشاط والقدرة على العمل .

٤ - يعمل على وقاية الجسم من الامراض لاحتوائه على الفيتامينات والاملاح المعدنية .

المجاميع أو العناصر الغذائية :

هى مواد كيميائية لايمكن تخليقها داخل جسم الإنسان، ولذلك لابد من توافرها فى الوجبة الغذائية لتمد الجسم باحتياجاته المختلفة فى عمليات الأيض الغذائى والنمو.

وتنقسم هذه المجاميع أو العناصر الغذائية إلى :

أ - مجاميع أو عناصر غذائية تدخل فى بناء الجسم كالبروتينات والأملاح المعدنية والماء.

ب - مجاميع أو عناصر غذائية تمد الجسم بالطاقة كالكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

جـ - مجاميع أو عناصر غذائية منظمة لعمل الجسم كالأملاح المعدنية والفيتامينات والبروتينات والماء.

كان من المعتقد عند قدماء المصريين أن الغذاء له علاقة وثيقة بالسلوك فمثلا كان يعتقد ان البصل يؤدى إلى النوم واللوز والكرنب يمنعان ادمان الكحول والاملاح تحفز على النشاط. وكان الإغريق القدامى يعتقدون ان الغذاء هو القاسم المشترك فى العلاج النفسى والطبى.

ومن الدراسات المختلفة على انواع الغذاء وجد ان هناك علاقة بين مانتغذى به وبين السلوك، وقبل أن نستعرض العلاقة بين الغذاء والسلوك، سوف نلقى الضوء على مما يتكون الغذاء؟ يتكون الغذاء من المواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهنية والأملاح المعدنية والفيتامينات والماء.

أولاً : البروتينات Proteins :

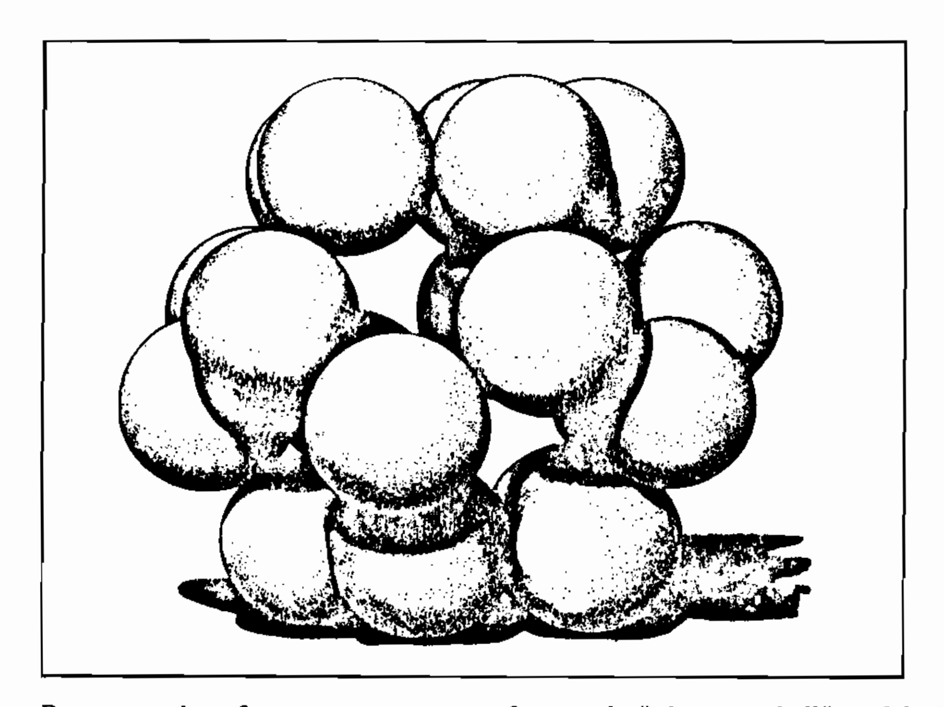
يمثل البروتين الجزء الاكبر من تركيب أنسجة الجسم وان حوالى ١٦٪ من وزن الجسم عبارة عن بروتين وان وظيفته كبيرة فى بناء وبقاء الجسم فى حالة سليمة.

وتتوقف القيمة الغذائية للبروتينات على مدى ماتحتويه من الاحماض الامينية الاساسية التى تدخل فى العمليات الحيوية للجسم. وتعتبر البروتينات الحيوانية الاصل

ذات قيمة حيوية مرتفعة، مقارنة بالبروتينات النباتية ذات القيمة الحيوية المنخفضة لأنها لاتحتوى على كل الأحماض الامينية الاساسية التى يحتاجها الجسم؛ ولذلك فإنها لاتكفى وحدها للتغذية بل يجب مساعدتها ببروتين آخر يحتوى على الأحماض الامينية المطلوبة.

تركيب البروتين Structure of Protein

البروتين عبارة عن سلسلة من الاحماض الامينية مرتبطة مع بعضها بروابط ببتدية، وكل حمض أمينى يتكون من ذرتين من الكربون مرتبطتين مع بعضهما، وذرة منهما مرتبطة مع النتروچين، وسلسلة جانبية side chain . وتختلف السلسلة الجانبية من حمض إلى آخر، ومن هنا تعطى لكل حمض امينى خواص وتركيبًا يختلف عن الآخر.



Representation of quaternary stucture of a protein "ping-pong ball" model of the apoferritin molecule. this consists of 20 subunits,each with a molecular weight of about 20,000 daltons. The subunits are arranged to form a hollow sphere which may become packed with iron salts forming the iron storage protein ferritin (Courtesy of R.A.Fineberg).

L-a-Amino acids found in proteins

Trivial Name	Abbreviation	Chemical Name	Structural Formula
With Aliphatic Side Chains			
Glycine*	Gly	Aminoacetic acid	$H-CH(NH_2)-COOH$
Alanine	Ala	α-Aminopropionic acid	$CH_3-CH(NH_2)-COOH$
Valine	Val	α-Aminoisovaleric acid	$(H_3C)_2CH-CH(NH_2)-COOH$
Leucine	Leu	α-Aminoisocaproic acid	$(H_3C)_2CH-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Isoleucine	Ile	α-Amino-β-methylvaleric acid	$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COOH$
With Side Chains Containing Hydroxylic (OH) Groups			
Serine	Ser	α-Amino-β-hydroxypropionic acid	$CH_2(OH)-CH(NH_2)-COOH$
Threonine	Thr	α-Amino-β-hydroxy-n-butyric acid	$CH_3-CH(OH)-CH(NH_2)-COOH$
With Side Chains Containing Sulfur Atoms			
Cysteine†	Cys	α-Amino-β-mercaptopropionic acid	$CH_2(SH)-CH(NH_2)-COOH$
Methionine	Met	α-Amino-γ-methylthio-n-butyric acid	$CH_2(S-CH_3)-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
With Side Chains Containing Acidic Groups or Their Amides			
Aspartic acid	Asp	α-Aminosuccinic acid	$HOOC-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Asparagine	Asn	γ-Amide of α-aminosuccinic acid	$H_2N-C(=O)-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

*Since glycine has no asymmetric carbon atom, there can be no D or L form.

†The amino acid cystine, β,β-dithio-(α-aminopropionic acid), consists of 2 cysteine residues linked by a disulfide bond:

$$HOOC-CH(NH_2)-CH_2-S-S-CH_2-CH(NH_2)-COOH$$

L-a-Amino acids found in proteins

Trivial Name	Abbre-viation	Chemical Name	Structural Formula
Glutamic acid	Glu	α-Aminoglutaric acid	$HOOC-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Glutamine	Gln	δ-Amide of α-aminoglutaric acid	$H_2N-C(=O)-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
With Side Chains Containing Basic Groups			
Arginine	Arg	α-Amino-δ-guanidino-n-valeric acid	$H-N(C(=NH)NH_2)-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Lysine	Lys	α,ε-Diaminocaproic acid	$CH_2(NH_2)-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Hydroxylysine*	Hyl	α,ε-Diamino-δ-hydroxy-n-caproic acid	$CH_2(NH_2)-CH(OH)-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Histidine	His	α-Amino-β-imidazolepropionic acid	(imidazole ring: HN, N) $-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Containing Aromatic Rings			
Histidine (see above)			
Phenylalanine	Phe	α-Amino-β-phenylpropionic acid	(benzene ring) $-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Tyrosine	Tyr	α-Amino-β-(*p*-hydroxyphenyl) propionic acid	$HO-$(benzene ring)$-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Tryptophan	Trp	α-Amino-β-3-indolepropionic acid	(indole ring, N–H) $-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Imino Acids			
Proline	Pro	Pyrrolidine-2-carboxylic acid	(pyrrolidine ring, N–H) COOH
4-Hydroxyproline	Hyp	4-Hydroxypyrrolidine-2-carboxylic acid	HO (pyrrolidine ring, N–H) COOH

Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
β-Alanine	$\underset{NH_2}{CH_2}-CH_2-COOH$	Part of pantetheine and of coenzyme A
Taurine	$\underset{NH_2}{CH_2}-CH_2-SO_3H$	Free in cells; combined with bile acids (eg, taurocholate)
α-Aminobutyric acid	$CH_3-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Animal and plant tissues
γ-Aminobutyric acid	$\underset{NH_2}{CH_2}-CH_2-CH_2-COOH$	Brain tissue
β-Aminoisobutyric acid	$H_2N-CH_2-\underset{CH_3}{CH}-COOH$	End product in pyrimidine metabolism; found in urine of patients with an inherited metabolic disease (see p 358)
Homocysteine	$\underset{SH}{CH_2}-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Methionine biosynthesis
Homoserine	$\underset{OH}{CH_2}-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Threonine, aspartate, and methionine metabolism
Cysteinesulfinic acid	$\underset{SO_2H}{CH_2}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Rat brain tissue
Cysteic acid	$\underset{SO_3H}{CH_2}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Wool
Felinine	$HO-CH_2-CH_2-\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-S-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Cat urine
Isovalthine	$CH_3-\underset{CH_3}{CH}-\overset{COOH}{CH}-S-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Urine of cats and of certain hypothyroid patients
2,3-Diaminosuccinic acid	$HOOC-\underset{NH_2}{CH}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Excreted by *Streptomyces rimosus*, which produces oxytetracycline
γ-Hydroxyglutamic acid	$HOOC-\underset{OH}{CH}-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Catabolism of 4-hydroxyproline
α-Aminoadipic acid	$HOOC-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Intermediate of lysine biosynthesis by yeast
α,ε-Diaminopimelic acid	$HOOC-\underset{NH_2}{CH}-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	Bacterial cell walls; intermediate of lysine biosynthesis by bacteria
α,β-Diaminopropionic acid	$\underset{NH_2}{CH_2}-\underset{NH_2}{CH}-COOH$	In the antibiotic viomycin

Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
α,γ-Diaminobutyric acid	$\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH_2}}-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH}}-COOH$	In polymyxin antibiotics
Ornithine	$\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH_2}}-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH}}-COOH$	Urea cycle intermediate
Citrulline	$\underset{\underset{\underset{NH_2}{\mid}}{\underset{\mid}{C=O}}}{\underset{\mid}{\underset{NH}{\mid}}}{CH_2}-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH}}-COOH$	Urea cycle intermediate
Homocitrulline	$\underset{\underset{\underset{NH_2}{\mid}}{\underset{\mid}{C=O}}}{\underset{\mid}{\underset{NH}{\mid}}}{CH_2}-CH_2-CH_2-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH}}-COOH$	Urine of normal children
Saccharopine	$\begin{array}{lll} & H & COOH \\ & \mid & \mid \\ H_2C & -N- & CH \\ \mid & & \mid \\ CH_2 & & CH_2 \\ \mid & & \mid \\ CH_2 & & CH_2 \\ \mid & & \mid \\ CH_2 & & COOH \\ \mid & & \\ CHNH_2 & & \\ \mid & & \\ COOH & & \end{array}$	Intermediate of lysine biosynthesis by yeast and Neurospora
Azetidine-2-carboxylic acid	CH_2, H_2C, $CH-COOH$, $N-H$ (four-membered ring)	Lilies
3-Hydroxyproline	OH, COOH, $N-H$ (ring)	Achilles tendon of cattle; in the antibiotic Telomycin
Pipecolic acid	COOH, $N-H$ (ring)	In certain antibiotics; metabolic product of D-lysine breakdown in mammals.
5-Hydroxytryptophan	HO, $N-H$ (indole ring) $-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{\mid}{CH}}-COOH$	Precursor of serotonin

Naturally occurring amino acids which do not occur in proteins

Trivial Name	Formula	Occurrence or Significance
3,4-Dihydroxyphenylalanine (DOPA)	$HO(HO)C_6H_3-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	Precursor of melanin
Monoiodotyrosine	$HO(I)C_6H_3-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	Thyroid tissue and blood serum
3,5-Diiodotyrosine	$HO(I)_2C_6H_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	In association with thyroid globulin
3,5,3'-Triiodothyronine	$HO-(I)C_6H_3-O-(I)_2C_6H_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	Thyroid tissue
Thyroxine (3,5,3',5'-tetraiodothyronine)	$HO-(I)_2C_6H_2-O-(I)_2C_6H_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	In association with thyroid globulin
Azaserine*	$N_2CH-C(=O)-O-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	Potent inhibitor of tumor growth

*Not a naturally occurring amino acid, but listed here because of its importance as an inhibitor at various steps of purine biosynthesis

Weak acid groups of amino acids

	Conjugate Acid	Conjugate Base	Approximate pK_a
α-Carboxyl	R–COOH	$R–COO^-$	2.1 ± 0.5
Non-α-carboxyl	R–COOH	$R–COO^-$	4.0 ± 0.3
Imidazolinium (histidine)	(imidazolium ring: HN, NH^+, R)	(imidazole ring: H–N, N, R)	6.0
α-Amino	$R–NH_3^+$	$R–NH_2$	9.8 ± 1.0
ϵ-Amino (lysine)	$R–NH_3^+$	$R–NH_2$	10.5
Phenolic OH (tyrosine)	R–C_6H_4–OH	R–C_6H_4–O^-	10.1
Guanidinium (arginine)	$R–NH–C(=NH_2^+)–NH_2$	$R–NH–C(=NH)–NH_2$	12.5
Sulfhydryl (cysteine)	R–SH	$R–S^-$	8.3

ويوجد حوالى ٢٠ حمضًا امينيًا لتكوين البروتين ويستطيع الجسم ان يكون منها ١٢ حمضًا أمينيًا ولذا تسمى بالاحماض الامينية غير الأساسية Non-essential amino acids أى أنه ليس من المهم أن تتواجد فى الوجبة الغذائية، وأن الثمانية أحماض امينية الاخرى لايستطيع الجسم أن يكونها، ولذلك لابد من وجودها فى الوجبة الغذائية، وتسمى بالاحماض الامينية الاساسية Essential amino acids.

Essential amino asids	**Non- essential amino acids**
Iso Leucine	Alanine
Leucine	Arginine
Lysine	Asparagine
Methionine+ Cysteine	Aspartic acid
Phenyl alanine + Tyrosine	Cysteine
Threonine	Glutamic acid
Tryptophan	Glutamine
Valine	Glycine
	Proline
	Serine
	Tyrosine
	Histidine

وقد وجدت حديثا طريقة أخرى لتقسيم الاحماض الامينية:

١ - الاحماض الامينية ذات السلسلة الجانبية غير القطبية غير المشحونة

Amino acids with nonpolar uncharged side chain

مثل: الجليسين - الآلانين - الفالين - الليوسين - الأيسوليوسين - البرولين - الفينيل آلانين - التريبتوفين - الميثونين.

Glycine, alanine, Valine, Ieucin, Isoleucine, proline, Phenylalaine Tryptophan and Methionine.

٢ - **الاحماض الامينية ذات السلسلة القطبية غير المشحونة**

Amino acids with uncharged, polar side chain

مثل: السيرين - الثريونين - السيستين - التيروسين - الاسبراجين - الجلوتامين.

serine, threonine, Cysteine, tyrosine, asparagine and glutamine

٣ - **الاحماض الامينية ذات السلسلة الجانبية المشحونة**

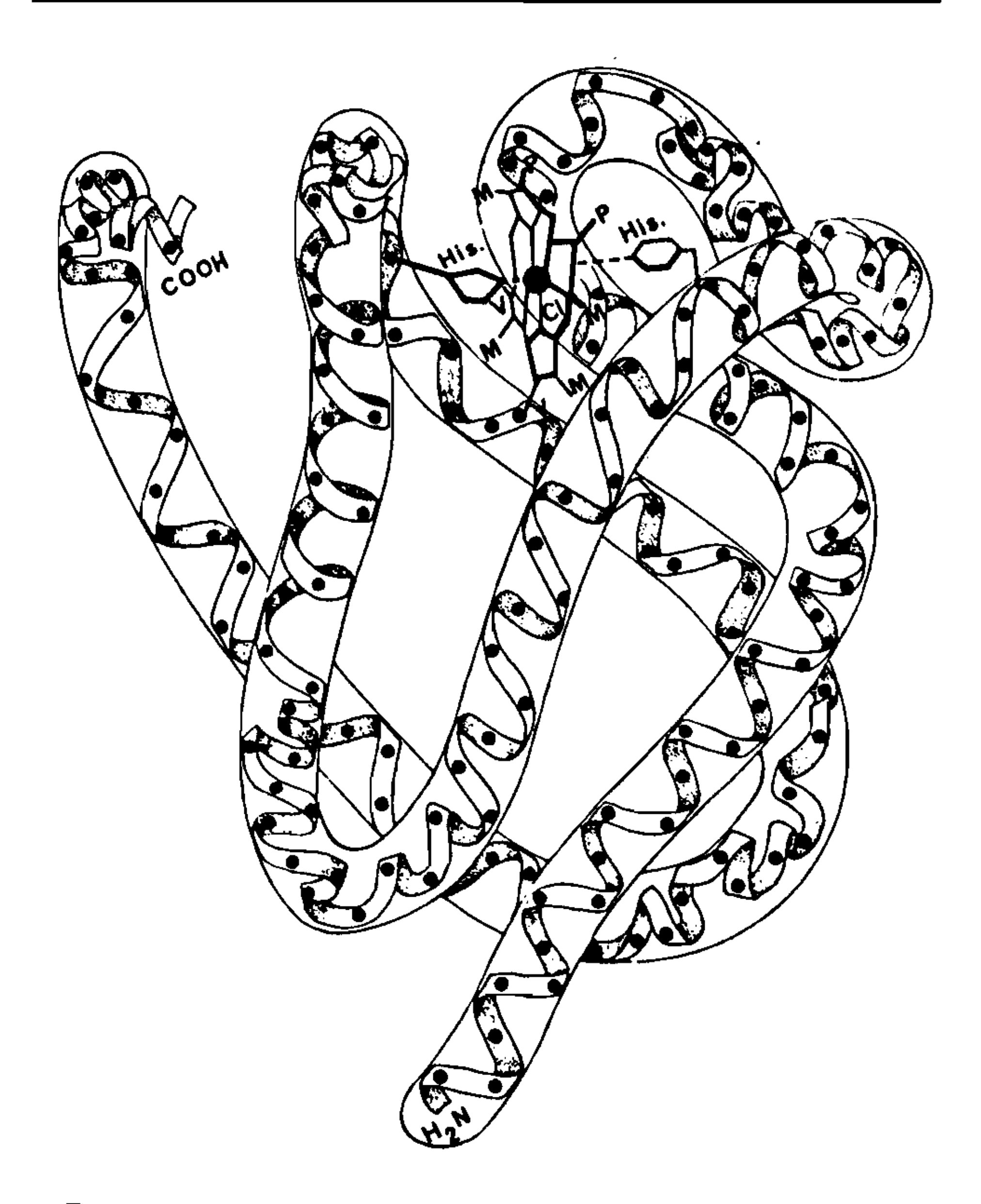
Amino acids with charged side chain

مثل: حامض الاسبارتيك - حامض الجلوتاميك - الهيستيدين - الليسين والارجينين.

Aspartic acid, glutamic acid, histidine, lysine and arginine

وعادة يكون البروتين فى شكل سلسلة مستقيمة ثم تنثنى وتصبح على شكل حلزونى ثم تنثنى مرة أخرى ويصبح البروتين عبارة عن سلسلة ثلاثية الأبعاد Three dimensions وتكوين البروتين ليست له صورة نهائية؛ إذ إنه يتغير تبعا لاحتياج الجسم لاى نوع من البروتين، ويحتوى الجسم على عديد من البروتينات والتى تختلف باختلاف ترتيب الاحماض الامينية.

وعند تعريض البروتين لدرجة حرارة عالية (عند الطهى) أو الأشعة فوق البنفسجية أو لوسط حمضى أو قلوى أو لبعض المعادن مثل الفضة أو الزئبق فإن البروتين تحدث له عملية تسمى Denaturation وهى تغيير من طبيعة البروتين عن طريق تكسير الروابط الهيدروچينية المسئولة عن التركيب الثانوى للبروتين والتى تعرف باسم seconday structure وهى عملية غير عكسية، أى لايرجع البروتين إلى حالته الأولى ولذلك لابد أن يكون وسط الدم متعادلا.



Representation of primary, secondary, and tertiary structure of a protein. (Courtesy of R. E. Dickerson).

وظيفة البروتين أو الاحماض الأمينية:

١ - يعتبر البروتين المسئول الأول عن بناء أنسجة الجسم الجديدة، وتجديد الانسجة التالفة اثناء الحروق او الإصابة بمرض. ومن ناحية أخرى فإن جميع الانزيمات ومعظم الهرمونات فى الجسم عبارة عن بروتينات، كما أن الاجسام المضادة المسئولة عن مهاجمة او الاتحاد بالاجسام الغريبة التى تدخل الجسم عبارة عن بروتينات معقدة أو متشابكة التركيب.

٢ - تدخل الاحماض الامينية فى بناء حمض نووى Deoxyribonucleic acid (DNA)، وهو المسئول عن شفرة الوراثة فى الجسم، ويمكن ان تعتبر الأحماض الأمينية مصدراً للطاقة إذا نفذت مصادر الطاقة بالجسم.

٣ - تدخل فى تكوين مواد مهمة فى الجسم كالهرمونات والإنزيمات وأملاح الصفراء فبعض الهرمونات تتكون من حمض أمينى واحد كالادرينالين والثيروكسين.

٤ - تدخل فى تكوين الاحماض الامينية التى يمكن الاستغناء عنها فى الغذاء مثل الأحماض الأمينية غير الأساسية.

٥ - ويحتاج الفرد لحوالى ٠,٣٦ جم/ ١٠٠ جم من وزنه من البروتين فى اليوم، وتزداد الحاجة اليه فى فترات الحمل والرضاعة. وإذا زادت كمية البروتين عن الحد اللازم يعتريها العملية المعروفة بنزع الأمونيا وتتكون الأحماض الكيتونية والأمونيا.

وأهم مصادر البروتين: اللحم - البيض - السمك - اللبن - الفول - الحبوب - الخضروات.

قياس كفاءة البروتين Measuring Protein Quality:

أشار الباحثون إلى طرق عديدة لقياس كفاءة بروتينات المواد الغذائية. ومن المعلومات العامة فى هذا المجال ان الاحماض الامينية التى من أصل بروتين حيوانى يكون امتصاصها أفضل «٩٠٪» من تلك التى تأتى من البقول ثم الحبوب. وكذلك ثبت من التجارب أن استخدام الحرارة الرطبة «البخار» يساعد على هضم البروتين، بينما طرق الحرارة الجافة تتلف البروتين.

والبروتين الذى يمد الجسم بجميع الاحماض الامينية الاساسية بكمياتها المناسبة

يستخدم بالكامل، وان وجدت الاحماض الامينية بتركيزات منخفضة فى الوجبة الغذائية، فإنها تحد من استخدام أو الاستفادة من الاحماض الامينية الاخرى لبناء البروتين.

هذا.. والجدير بالذكر أنه عند فقد الاحماض الامينية، فإن مجموعة الامين التى تحتوى على النيتروجين لاتخزن. ولهذا فإن كفاءة البروتين التى تحافظ على انسجة الجسم يمكن تقييمها تجريبيا بقياس النيتروجين المفقود من الجسم. وتدل أعلى كمية متبقية من النيتروجين على كفاءة البروتين العالية، وهذا هو أساس تحديد القيمة الحيوية للبروتين Biological válue (BV) ولهذا فإن بروتين البيض اعلى كفاءة؛ لانه يمتص بنسبة قد تصل إلى ١٠٠٪، ويعتبر مقياساً للبروتينات الأخرى.

أما فيما يتعلق بما يسمى الاستفادة المثلى للبروتين Net protein utilization (NPU) فهى عبارة عن قياس كمية البروتين المتبقى من البروتين المتناول.

وتشير المراجع العلمية إلى ان معدل كفاءة البروتين protein efficiency ratio (PER) يمكن حسابها من خلال إطعام صغار فئران التجارب بالبروتين وقياس الزيادة فى الوزن اثناء النمو بالنسبة لوحدة البروتين.

تؤكد الكمية المسموح بها Recommended Dietary or daily allowance (RDA) هى الكمية التى تغطى الاحتياج لتحل محل البروتين المفقود والانسجة التى تبلى يوميا، وتفى بحاجة الجسم من بناء انسجة جديدة، ومن هنا فإن هذه النسبة عالية عند الاطفال والرضع.

الاتزان النيتروجينى Nitrogen balance :

هى نسبة النيتروجين المفقود بالإخراج إلى نسبة النيتروجين الموجود فى الغذاء. وفى الإنسان البالغ فإن نسبة النيتروجين المأخوذة تساوى نسبة النيتروجين المفقودة. وبقياس نسبة النيتروجين المفقودة فى البول والبراز والعرق، نستطيع حساب نسبة البروتين التى يحتاجها الجسم.

وبصفة عامة فعندما تكون نسبة النيتروجين الداخل إلى الجسم اكثر من النيتروجين الخارج يكون الاتزان النيتروجينى موجبا، وهذا يعنى ان هناك بناءً في البروتين اكثر من

الهدم، وعندما يكون الاتزان النتروجين سالبا فهذا يعنى ان النيتروجين المفقود أعلى من النيتروجين المأخوذ، وهذا دليل على أن الجسم يفقد البروتين.

ثانياً : الكربوهيدرات Carbohydrates :

تشتمل المواد الكربوهيدراتية على مجموعة كبيرة من المركبات التى تنتشر فى المملكة النباتية وهى قليلة الوجود فى المملكة الحيوانية. ومن اهم المواد الكربوهيدراتية الناتجة من النبات السليلوز (فى جميع النباتات) وسكر القصب (قصب السكر - البنجر - الفواكه) والنشا (القمح - الذرة - الارز - البطاطس والبطاطا) والفركتوز والجلوكوز (فى الفواكه). اما فى المملكة الحيوانية فإن المواد الكربوهيدراتية المهمة الموجودة بها هى: سكر اللبن (اللاكتوز) والجليكوچين فى الكبد والعضلات.

وظائف المواد الكربوهيدراتية:

١ - هى المصدر الرئيسى للطاقة فى الجسم، ويحصل الإنسان منها على حوالى ٢٠٠٠ سعر حرارى من مجموع السعرات اللازمة يوميا، والتى تبلغ ٣٠٠٠ كيلو كالورى، والتى تختلف طبقا لعديد من العوامل منها النوع والجنس والنشاط وغيرها.

٢ - تخزن على شكل جليكوچين فى الكبد، والذى يستخدم عند الحاجة وتبلغ كمية الجليكوچين المخزونة حوالى ٢٠٠ جرام.

٣ - تدخل فى تكوين الاحماض النووية التى توجد فى الخلايا.

٤ - تمد الجسم بالجلوكوز وتعمل على بقاء نسبته بالجسم ثابتة.

٥ - تدخل فى تكوين بعض مرافقات الانزيمات Co-enzymes.

٦ - تتحول إلى مواد دهنية تخزن بالجسم.

٧ - تكون المواد الكربوهيدراتية حامض الجلوكورونيك فى الكبد؛ لاستخدامه فى إزالة سمية بعض المركبات التى تدخل الجسم.

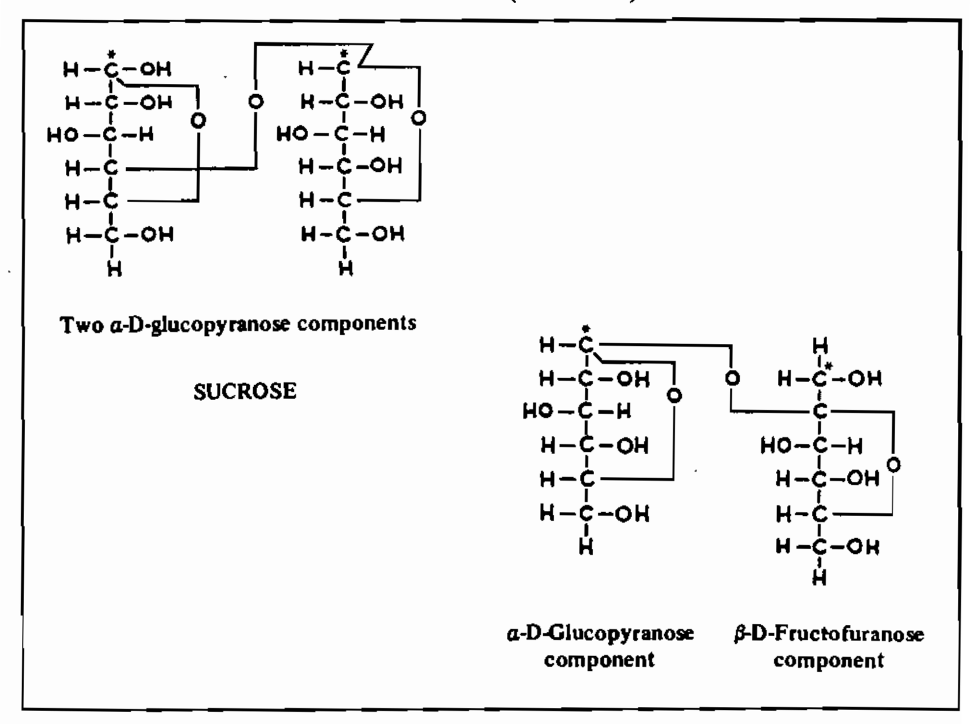
وكلمة الكربوهيدرات تعنى تميؤ الكربون (hydrate of carbon) وهذه الكلمة مأخوذة من مشاهدة الكيميائيون الأوائل إنه عند حرق الجلوكوز لمدة طويلة فى انبوبة يكون مصحوبا بتكوين قطرات من الماء يمكن تكثيفها وبقايا سوداء من الكربون.

(HAWORTH FORMULAS)

1-α-D-Glucopyranosido-β-D-fructofuranoside

4-α-D-Glucopyranosido-α-D-glucopyranoside

MALTOSE(aFORM)



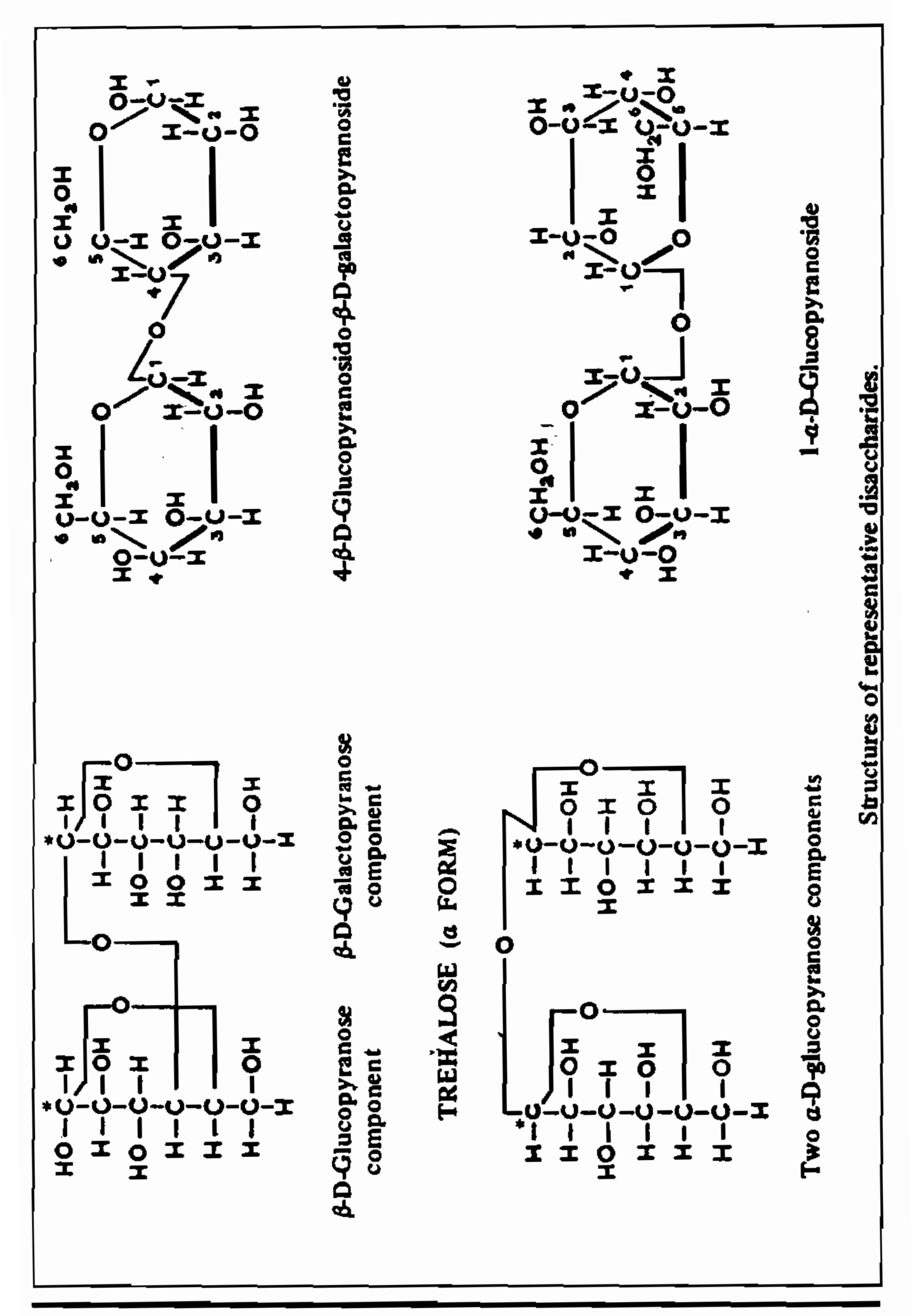
Two α-D-glucopyranose components

SUCROSE

α-D-Glucopyranose component

β-D-Fructofuranose component

LACTOSE (BFORM)



Structures of representative disaccharides.

وتنقسم الكربوهيدرات بصفة عامة إلى : كربوهيدرات بسيطة Simple وكربوهيدرات مركبة أو معقدة complex .

والكربوهيدرات البسيطة هى عبارة عن السكريات الأحادية Monosaccharides C_n H_{2n} On والسكريات الثنائية Disaccharides Cn (H20) n-1 ومن السكريات الأحادية الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز (Glucose, Frutose & Galactose) وجميعها سداسية الكربون وتركيبها العام C_6 $H_{12}0_6$. هذا وتتحول الكربوهيدرات داخل الجسم إلى جلوكوز والذى يعتبر تركيزه مهمّاً جداً فى قيام الجسم بوظائفه الحيوية ويتراوح تركيزه فى الدم فى الحالة الطبيعية من ٧٠-١١٠ مجم/ ١٠٠ مليلتر ويعتبر الجلوكوز مصدر الطاقة الوحيد للجسم والمخ والاعصاب وخلايا الجسم المختلفة للقيام بوظائفها الحيوية.

وهناك عدة عوامل تعمل على بقاء نسبة الجلوكوز فى الدم ثابتة، فعندما ترتفع نسبة الجلوكوز فى الدم فإن العضو الاول الذى يستجيب هو البنكرياس الذى يقوم بإفراز الانسيولين، حيث يعمل على أن تقوم معظم خلايا الجسم بأخذ الجلوكوز من الدم وتقوم بتحويله إلى جليكوجين أو دهون، ويقوم الكبد بتحويل السكريات والبروتينات الزائدة عن الحاجة إلى دهون يختزنها الجسم، وعندما تكون نسبة الجلوكوز فى الدم قليلة فإن البنكرياس يقوم بإفراز هرمون الجلوكاجون، الذى يقوم بتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.

ويوجد الجلوكوز فى الفاكهة والفركتوز فى العسل والفواكه ،ويوجد الجالاكتوز مرتبطا مع الجلوكوز لتكوين سكر اللبن « لاكتوز Lactose » وهو من السكريات الثنائية.

ومن أمثلة السكريات الثنائية C_{12} H_{22} 0_{11} : السكروز والمالتوز واللاكتوز Sucrose, Maltose & Lactose ويوجد السكروز فى قصب السكو والمالتوز فى الشعير واللاكتوز فى اللبن.

ومن أمثلة الكربوهيدرات المركبة $(C_6H_{10}0_5)_n$: السكريات عديدة التسكر

polysaccharide مثل النشا والسيلولوز وهى عبارة عن وحدات من الجلوكوز مرتبطة مع بعضها فى شكل سلسلة، وكذلك السيليولوز والمواد البكتية pectic substances والتى تشتمل على البروتوبكتين protopectin والبكتين pectin وحمض البكتنيك pectinic acid وحمض البكتيك pectic acid.

ثالثا : الدهون Lipids :

الوظائف الحيوية للدهون :

١ – انتاج السعرات الحرارية حيث يعطى الجرام الواحد حوالى ٩ كيلو كالورى.

٢ – مذيب للفيتامينات التى تذوب فى الدهون، مثل فيتامين أ–A، دD، كK، ي E.

٣ – زيادة الدهن فى الغذاء تسبب تأخير الشعور بالجوع لأنه بطىء الهضم.

٤ – إعطاء الغذاء مذاقاً ورائحة مميزة.

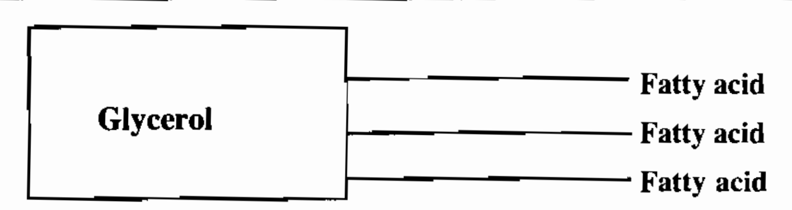
٥ – تكون الدهون جزءاً مهماً فى تركيب خلايا الجسم الحية.

٦ – يؤثر الدهن على سرعة تكلس العظام.

٧ – تؤثر كمية الدهن فى الغذاء على هضم وامتصاص محتويات الغذاء الأخرى من كربوهيدرات وبروتين، وبذلك نجد أنه يتحتم وجودها بنسبة ١ :٥.

٨ – بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة كحامض الينوليك تعتبر ضرورية للنمو الطبيعى.

والدهون مواد كيميائية تحتوى على الكربون والهيدروجين والاكسجين، وتطلق هذه الكلمة على الدهون (Fats) والزيوت (Oils) والكوليسترول (Cholestrol) والليسيثين (Lecithin) وجميع الدهون لاتذوب فى الماء. ومعظم الدهون التى توجد فى الطعام وفى الجسم تكون على صورة ثلاثى الجليسيرات Triglycerides، وهى عبارة عن ثلاثة أحماض دهنية متصلة بالجليسرول Glycerol فتختلف الدهون عن المواد عديدة التسكر بأنها لاتكون على هيئة سلسلة طويلة من الاحماض الدهنية.



وتنقسم الأحماض الدهنية إلى أحماض مشبعة وغير مشبعة Saturated Fatty acids وغير مشبعة Unsaturated.

الأحماض الدهنية المشبعة:

وتتميز هذه المجموعة بأن كل ذرة كربون ترتبط بذرة كربون مجاورة لها، وبذرتين من الهيدروجين.

```
    H  H          H
H-  C-  C............... C -COOH
    H  H          H
```

الأحماض الدهنية غير المشبعة:

وهى تتكون إذا فقد الحمض الدهنى ذرتين هيدروچين من ذرتين الكربون المتجاورتين فإنه ينتج تبعاً لذلك رابطة ثنائية بين ذرتى الكربون.

```
    H  H        H           H
H-  C-  C -C = C- C ............... C -COOH
    H  H  H   H  H           H
```

وإذا كان الحمض الدهنى يحتوى على أكثر من رابطة ثنائية فيسمى حمضاً دهنياً عديداً عدم التشبع Polyunsaturated.

والاحماض الدهنية المشبعة تزيد من نسبة الكوليسترول فى الدم، بينما الأحماض الدهنية غير المشبعة تقلل من نسبة الكوليسترول فى الدم، ويسبب ارتفاع نسبة الكوليسترول مخاطر صحية عديدة.

وأهم الاحماض الدهنية التى تدخل فى تكوين الدهون هى حامض الاستياريك $C_{17}H_{35}$ CooH (Satearic) وحامض البالمتيك $C_{15}H_{31}$ CooH (Palmitic) وحامض الأوليبك $C_{17}H_{33}$ CooH (Oleic).

وتمثل الدهون حوالى ١٥٪ من وزن الرجل وحوالى ٢٠٪ من وزن المرأة، ويخزن حوالى ٥٠٪ من الدهون تحت الجلد وتوجد كعازل Insulator حول الاعضاء المهمة فى الجسم وهى تلعب دوراً مهمّاً فى احتفاظ الجسم بدرجة حرارته ثابتة ويلعب دوراً مهمّاً ايضاً فى نقل الڤيتامينات التى تذوب به. وتعتبر الدهون مصدرا مهمّاً من مصادر الطاقة فى الجسم، وهى تعطى للطعام طعماً ورائحة مستحبة وتؤخر الشعور بالجوع.

الليسيثين Lecithin :

من الدهون المفسفرة فى الجسم phospholipids، وهو يلعب دوراً حيوياً للخلية؛ حيث يدخل فى تكوين غشاء الخلية Cell membrane، وهو يستخدم كمستحلب، حيث من المعلوم ان الدهون والماء لايمتزجان ولكن المستحلب يستطيع أن يكسر حبيبات الدهون إلى حبيبات صغيرة لتكون مع الماء محلولاً متجانساً، ويستطيع أن يحتفظ بالدهون فى صورة سائلة فى الدم، وهى من الوظائف المهمة له، ويستخدم صناعيا كمستحلب فى انواع السلاطات، ويقوم الكبد بتصنيع الليسيثين. وإذا وجد فى الطعام بكثرة فإنه يقلل من الشهية، ويسبب مشاكل اخرى للجسم.

الكوليسترول Cholestrol $C_{27}H_{46}0_{6}$:

يوجد الكوليسترول فى جميع خلايا الجسم الجسم والمخ والجهاز العصبى والعضلات والجلد والكبد والقلب والامعاء، ويستخدم فى تكوين العصارة الصفراوية التى تلعب دوراً مهمّاً فى هضم الدهون، ويدخل أيضاً فى تكون الهرمونات الجنسية sex hormones وتكوين غشاء الخلية.

ويوجد الكوليسترول فى الاغذية ذات الأصل الحيوانى فقط مثل صفار البيض والكبد

والمخ، وهى تعتبر من مصادره الرئيسية ويوجد أيضاً فى اللحم والسمك واللبن وجميع منتجاته.

ويحتاج الجسم من الكوليسترول إلى حوالى ٤٠٠ –٥٠٠ ملليجرام/ اليوم، ويستطيع الكبد أن يقوم بتصنيع ٧٠٠ –١٠٠٠ ملليجرام/ اليوم. ولذلك إذا كان الطعام يحتوى على كمية قليلة منه، فإن الكبد يقوم بتصنيع ما يحتاجه الجسم.

الشروط الواجب توافرها فى غذاء الإنسان:

١ – احتواؤه على كمية من البروتين كافية لإمداد الجسم بالأحماض الأمينية الضرورية.

٢ – احتواؤه على كمية من المواد العضوية مثل البروتين والدهون والكربوهيدرات.

٣ – احتواؤه على كمية كافية من الڤيتامينات للوقاية من أمراض عديدة.

٤ – احتواؤه على املاح معدينة.

٥ – احتواؤه على كمية كافية من الماء.

٦ – خلوه من أى مواد سامة أو ضارة بالجسم.

الهضم Digestion

الهضم هو عملية فسيولوجية معقدة تمر فيها المواد الغذائية، التى تدخل القناة الهضمية بتغييرات فيزيائية وكيميائية، حتى يحدث لها امتصاص وتمر إلى الدم والليمف. والتغيرات الفيزيائية عبارة عن طحن وخلط وإذابة المواد الغذائية، والتغيرات الكيميائية عبارة عن خطوات متتالية تمر بها المواد البروتينية والدهنية والكربوهيدراتية تحت تأثير الإنزيمات، حتى تصل إلى مواد بسيطة يستطيع الجسم امتصاصها.

ويمكن تقسيم الإنزيمات إلى ثلاث مجموعات:

١ - الإنزيمات المسئولة عن هضم البروتينات وتسمى بروتينيزس protenases.

٢ - الإنزيمات المسئولة عن هضم المواد الدهنية وتسمى الليبيزس Lipases.

٣ - الانزيمات المسئولة عن هضم المواد الكربوهيدراتية وتسمى كربوهيدريزس carbohydrases.

وتفرز الإنزيمات من الغدد الخاصة بها، وتدخل القناة الهضمية مع اللعاب والعصير المعدى والبنكرياسى والمعوى. والمواد الغذائية التى تحتوى على البروتين والدهون والكربوهيدرات، عبارة عن مواد معقدة لا تستطيع خلايا الجسم أن تستفيد منها، وهى على هذه الصورة. ولذلك لابد أن تتحول إلى صورة أبسط منها مثل الأحماض الأمينية والسكريات الأحادية والأحماض الدهنية، وتمر الفيتامينات والأملاح المعدنية دون أن يعتريها أى تغيير.

وتقوم القناة الهضمية بالوظائف الآتية: الإفراز والحركة والامتصاص.

* **الإفراز**: عبارة عن تكوين العصائر الهاضمة من الغدد الخاصة بها مثل: اللعاب والعصير المعدى والبنكرياسى والمعوى والصفراء.

* **الحركة**: عبارة عن حركة العضلات التى توجد بجدارها وحركة الطعام داخل القناة الهضمية.

* **الامتصاص**: يحدث امتصاص لنواتج الهضم خلال الغشاء المخاطى المبطن للمعدة وجدار

الأمعاء الدقيقة، ولا تقوم أجزاء القناة الهضمية فقط بعملية إفراز secrction ولكن تقوم أيضا بعملية إخراج excretion مثل تكوين الصفراء وخروج بعض المعادن الثقيلة والمواد الإخراجية الناتجة من الهضم. وهذه العمليات جميعها تنظم عن طريق الجهاز العصبى المركزى والهرمونات. **وتتم عملية الهضم والامتصاص على المراحل الآتية:**

أولا: الهضم Digestion:

١ – الهضم فى الفم:

تبدأ عملية الهضم فى الفم، وذلك بطحن المواد الغذائية وتحويلها إلى جزيئات صغيرة وخلطها باللعاب وتحويلها إلى مضغة (بلعة غذائية)، ويبقى الغذاء فى الفم ١٥ – ١٨ ثانية، ثم يبلع عن طريق دفعه إلى البلعوم ثم المرئ عن طريق انقباض عضلات اللسان.

وتتم عملية الطحن عن طريق حركة عضلات الفك السفلى، عكس حركة الفك العلوى، وهذا يسمح للأسنان بتقطيع الطعام وطحنه وخلطه باللعاب ويصبح فى صورة سهلة البلع.

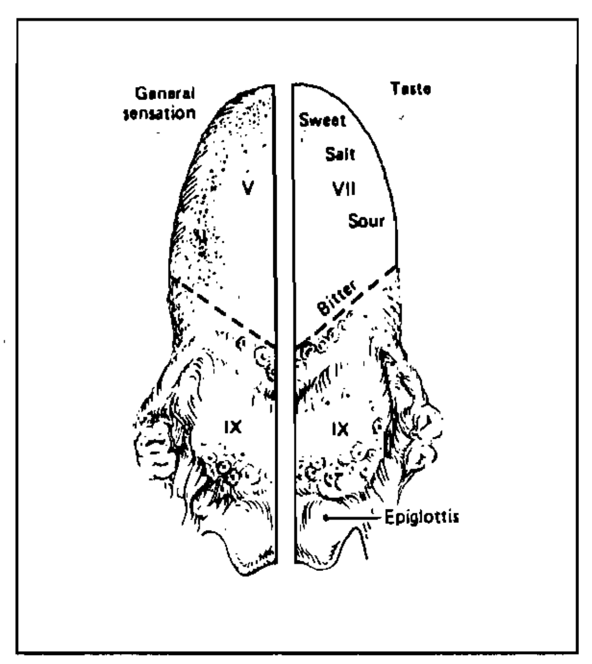
عند وجود الطعام بالفم يعتبر محفزا stimulus لمستقبلات التذوق، التى توجد فى الطبقة المخاطية باللسان، بينما تنتشر مستقبلات اللمس والحرارة والألم على الغشاء المخاطى المبطن للتجويف الفمى الداخلى، فترسل الإشارة إلى الألياف الواردة، وتصل إلى مراكز العصب المركزى فتحفز على إفراز اللعاب والعصائر الهاضمة.

أ – الغدد اللعابية:

وتتكون من ثلاثة أزواج تسمى تحت فكية (sublingual submaxillary) وغدد صغيرة عديدة، توجد على سطح اللسان وتفتح القنوات الخاصة بها فى التجويف الفمى. وتختلف مكونات اللعاب باختلاف الغدد؛ فمثلا الغدد تحت فكية يكون اللعاب بها لزجاً وذلك لاختلاف مكوناته من الميوسين والجليكوبروتين. والميوسين هو المسئول عن إعطاء المظهر المخاطى للعاب وعند تشبع الطعام منه يجعله سهل الابتلاع. ويحتوى اللعاب أيضا على كميات صغيرة من الجلوبيولين – الالبيومين – الأحماض الأمينية – كرياتينين – حمض البوليك – البولينا ومواد أخرى غير عضوية. وبصورة

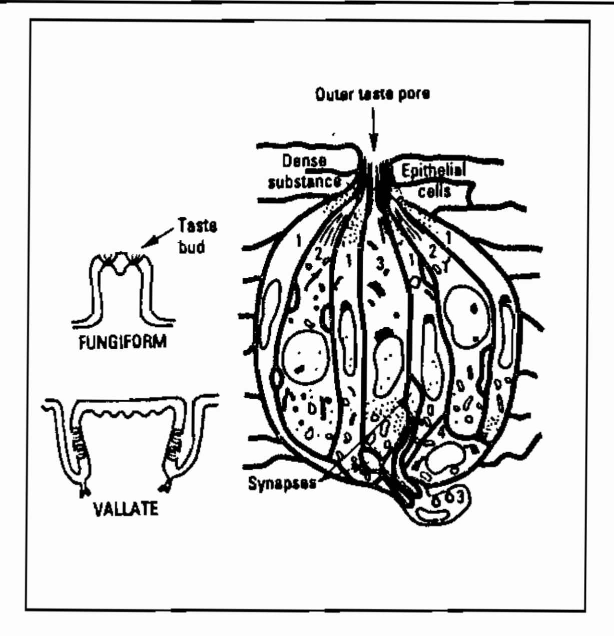
عامة فإن حوالى ٢ / ٣ اللعاب عبارة عن مواد عضوية و١ / ٣ املاح معدنية. ويختلف إفراز اللعاب تبعاً لنوع المادة الغذائية؛ فمثلا المواد الخشنة تحفز على إفراز كمية كبيرة منه، وهذا يوضح سبب افراز كمية كبيرة من اللعاب مع البقسماط عن الخبز، وكمية كبيرة مع مسحوق اللحم عن قطعة اللحم.

وتتراوح كمية اللعاب من ١٠٠٠ إلى ١٢٠٠ مللى لتر/ اليوم، وهو قلوى ضعيف وتتراوح درجة الأس الهيدروجينى له هى حوالى ٦,٧ ويوقف نشاطه عن طريق الإفراز المعدى لأن الوسط يصبح حمضيا.



Sensory innervation of the tongue.
The numbers refer to cranial nerves.

ويحتوى اللعاب على انزيم الاميليز الذى يساعد على تكسير المواد الكربوهيدراتية فيعمل على تحويل النشا إلى دكسترين الذى يتحول بدوره إلى مالتوز وهو من السكريات الثنائية كما يوجد ايضا انزيم المالتيز الذى يقوم بتحويل المالتوز إلى جزئين من السكر الأحادى. وعلى الرغم من نشاط الانزيمات التى توجد باللعاب فإنها لا تستطيع تكسير كمية كبيرة من النشا؛ لأن الطعام يظل بالفم لمدة قصيرة.



Taste bud, showing type 1, 2, and 3 cells. (Shepherd GM: *Neurobiology*, 2nd ed. Oxford Univ Press, 1988).

ب - التأثير الانعكاسى:

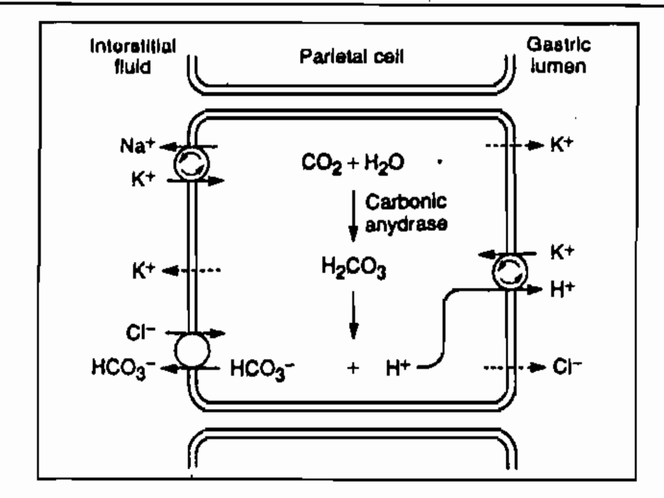
ينظم عملية إفراز اللعاب ما يسمى بالتأثير الانعكاسى (reflex) والمؤثر الذى ينبه لافرازه هو الطعام، فتتولد الإشارات العصبية نتيجة تأثير هذه المنبه على المستقبلات العصبية التى توجد فى الفم، وتصل من خلال العصب المثلث الوجوه **trigeminal**، والعصب البلعومى **glosopharyngeal** إلى منطقة النخاع المستطيل فى المخ، والتى يقع فيها المركز الخاص باللعاب. ونتيجة لذلك، تتولد إشارات كهربية صادرة إلى الغدد الخاصة بإفراز اللعاب فتقوم بإفرازه. وبعد ذلك يمر الطعام إلى البلعوم عن طريق حركة لا إرادية، ثم يمر بعد ذلك إلى المرئ وتبدأ عضلات المرئ فى الانقباض ودفع الطعام إلى المعدة.

٢ - الهضم فى المعدة:

عند دخول الطعام إلى المعدة يبقى بداخلها على شكل طبقات متتالية، حتى يمر

تدريجيا إلى الأمعاء. وتحدث فى المعدة عمليات كيميائية عن طريق العصير الذى تقوم بإفرازه الغدد المبطنة لجدارها المخاطى وتقوم الخلايا الجانبية بإفراز حمض الهيدروكلوريك. والعصير المعدى عبارة عن سائل عديم اللون حمضى؛ نتيجة لوجود حمض الهيدروكلوريك (٤-٥٪ من العصير المعدى) وتتراوح درجة الأس الهيدروجينى للمحلول النقى من العصير المعدى من ٩ر٠ - ٥ر١، ولكن فى وجود الطعام يقل تركيز الحمض ويقع الأس الهيدروجينى بين ٥ر١ - ٥ر٢.

ويحتوى العصير المعدى على إنزيم البروتينيز الذى يحلل البروتين إلى عديدة الببتيدات وانزيم الليبيز الذى يحلل الدهون (ولكن الوسط غير مناسب له). والبروتينيز عبارة عن الببسين pepsine والجيلاتينيز gelatinase والرينين rennin (يعمل فى معدة الأطفال فقط نظراً لتعادل الوسط). ويعمل الببسين فقط فى الوسط الحمضى (PH:3.2-1.6) ويفرز فى صورة غير نشطة تعرف باسم الببسينوجين، ويتحول إلى الصورة النشطة نتيجة لتأثير حمض الهيدروكلوريك، وذلك عن طريق فصل مجموعة عديدة الببتيدات التى تحتوى على الأرجنين التى تثبط فعل الإنزيم، وبذلك يصبح فى صورة نشطة. ومن ناحية أخرى، فإن انزيم الجيلاتينيز يقوم بتكسير الجيلاتين الذى يوجد فى الأنسجة الضامة.



HCL secretion by parietal cells in the stomach. Active transport by ATPase is indicated by arrows in circles. H^+ is secreted into the lumen of the canallcui in exchange for K^+ by H^+ $^-K^+$ ATPase. HCO_3- is exchanged for Cl^- in the interstitial fluid by an antiport, and Na^{+} - K^+ ATPase keeps intracellular Na^+ low. Dashed arrows indicate diffusion.

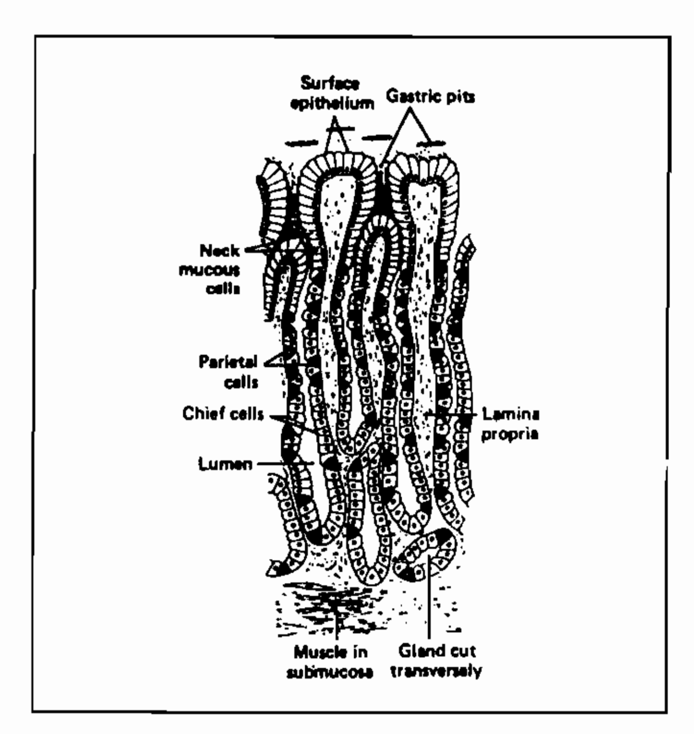
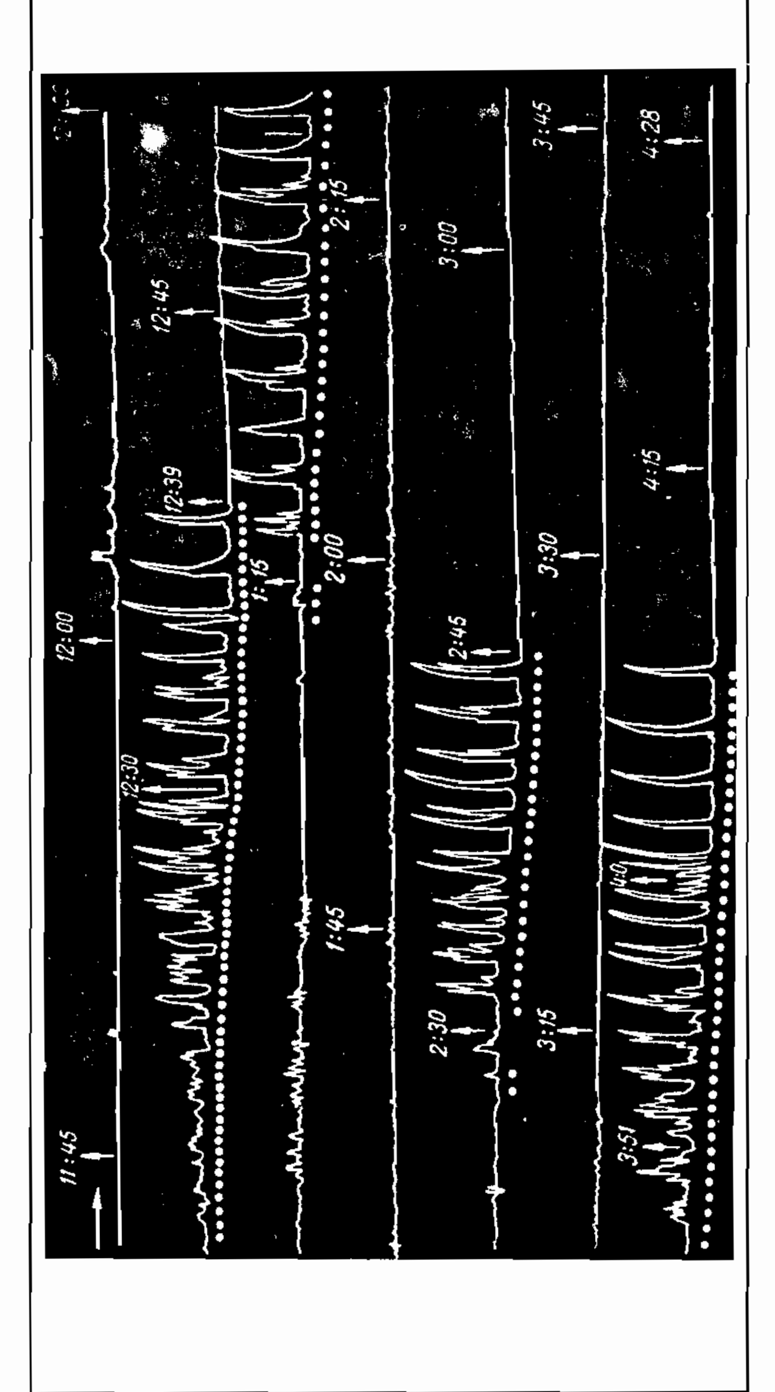


Diagram of glands in the mucosa of the body of the human stomach.

From Bell GH, Davidson N, Scarbrough G: Text - book of Physiology and Biochemistry, 6th ed. Living stone, 1965).



Recording of periodical motor activity of the stomach occurring with no digestion place (after U. N. Boldyreu) The tracings show four periods of activity alternating with long periods of rest. Each line is a continuation of the other tracings are read from left to right and from top to bottom. The white dots under the tracings indicats the periods of duodenal secretion.

والجدير بالذكر أن أنزيم الرينين هو المسئول عن تخثر اللبن عن طريق تحويل الكازينوجين إلى كازين (صورة غير ذائبة) فى وجود أيونات الكالسيوم.

ويلعب حمض الهيدروكلوريك دوراً مهماً فى الهضم بالمعدة حيث إنه :

١ - يساعد فى وجود وسط حمضى مناسب لدرجة نشاط الببسين القصوى.

٢ - يحول الببسينوجين إلى ببسين.

٣ - يغير من طبيعة البروتين (denaturation) فيساعد على انتفاخه وتحويله إلى صورة، تسهل من عملية تكسيره عن طريق الإنزيم.

٤ - يعمل على إذابة أجزاء العظام التى توجد فى الطعام وقتل البكتريا.

ولقد ظهرت نظريات كثيرة لتفسير كيفية تكوين حامض الهيدروكلوريك فى المعدة، أهمها ما يأتى :

١ - تبدأ عملية تكوين حامض الهيدروكلوريك فى الخلايا الجانبية بتفاعل الماء مع ثانى أكسيد الكربون فى وجود إنزيم الكربونيك أنهيدريز Carbonic anhydrase، فيتكون حامض الكربونيك الذى يتحلل إلى أيون أيدروجين موجب وأيون بيكربونات سالب، ثم يمر أيون البيكربونات السالب من الخلايا الجانبية إلى الدم، وينتقل فى مقابل ذلك من الدم إلى الخلايا الجانبية أيون الكلور السالب، الذى يتحد مع أيون الأيدروجين الذى سبق تكوينه من تحلل حامض الكربونيك، ويتكون بذلك حامض الهيدروكلوريك.

إنزيم كربونيك

يد$_2$أ + ك أ$_2$ ← يد$_2$ ك أ$_3$

أنهيدريز

يد$_2$ ك أ$_3$ ← يد$^+$ + يد ك أ$_3^-$

أيون يد ك أ$_3$ (من الخلايا الجانبية إلى الدم)

أيون الكلور (من الدم إلى الخلايا الجانبية)

يد + كل ← يد كل (حامض هيدروكلوريك)

٢ – تبدأ عملية تكوين حامض الهيدركلوريد فى الخلايا الجانبية بتحلل الماء بواسطة طاقة كهربائية إلى أيون ايدروجين موجب، وأيون هيدروكسيل سالب – يمر ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الخلايا الجانبية ويتحد مع أيون الأيدروكسيد ليكون أيون البيكربونات السالب، ويساعد على هذا الاتحاد انزيم الكربونيك انهيدريز – ثم يمر أيون البيكربونات من الخلايا الجانبية إلى الدم، وينتقل فى مقابل ذلك أيون الكلور من الدم إلى الخلايا الجانبية. يتحد أيون الكلور هذا مع أيون الأيدروجين الذى سبق تكوينه من تحليل الماء ليعطى حامض الهيدروكلوريك.

طاقة

يد$_{٢}$ أ ——← يد + يدأ

كهربائية

انزيم كربونيك

يد أ + ك أ$_{٢}$ ——← يد ك أ$_{٣}$

انهيدريز

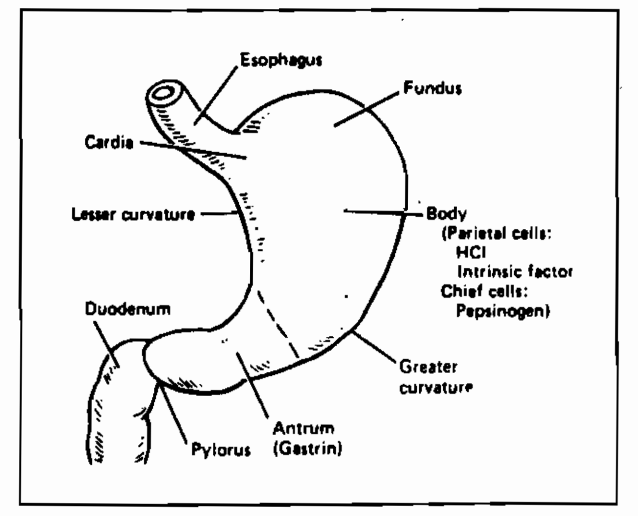
أيون يد ك أ$_{٣}$ (من الخلايا الجانبية إلى الدم)

أيون الكلور (من الدم إلى الخلايا الجانبية)

يد + كل ← يد كل (حامض هيدروكلوريك)

ويعضد العلماء هذه النظرية الأخيرة أكثر من غيرها من النظريات.

إن دخول الطعام إلى الفم أو رائحته أو تذوقه أو النظر إليه يحفز الخلايا على إفراز العصير من الخلايا الخاصة بها فى الجزء البوابى من المعدة، ويختلف العصير المعدى فى مكوناته وكميته تبعا لنوع الطعام. ومن التجارب التى أجريت على حيوانات التجارب أوضحت أن أكبر كمية من العصير تفرز فى حالة اللحوم، وكمية قليلة فى حالة الخبز واللبن، وتوجد فترة كمون (Latent period) بين الطعام المتناول وبداية إفراز العصير المعدى، وتختلف هذه الفترة باختلاف نوع الغذاء المتناول.



Anatomy of the stomach. The principal secretions are listed in parentheses under the labels indicating the locations where they are produced. In addition, mucus is secreted in all parts of the stomach. The dashed line marks the border between the body and the antrum.

يحتوى العصير المعدى الذى يفرز للحوم على كمية أكبر من حمض الهيدروكلوريك، بينما يحتوى العصير الذى يفرز للخبز واللبن على كمية كبيرة من الإنزيمات.. وتعمل الدهون على تقليل نشاط الغدد المعدية بعد تناولها، وتقلل من درجة حموضة العصير المعدى، وتزيد فترة الكمون، وتزيد من زمن الافراز. ويتم انقباض العضلات المبطنة لجدار المعدة لخلط الطعام ودفعه إلى الأمعاء الدقيقة بعد تحويل البروتين إلى عديدة الببتيدات.

وتتأثر حركة المعدة ببعض الهرمونات والمؤثرات الكيميائية مثل الجاسترين والهيستامين والكولين وبعض الأيونات مثل البوتاسيوم تساعد فى حركة المعدة، ولكن وجود الانتيروجاسترين والادرينالين والنورادرينالين والكالسيوم يقلل من حركة المعدة.

٣ - الهضم فى الأمعاء:

أ - الاثنى عشر:

بعد مرور الطعام من المعدة إلى الاثنى عشر، يختلط بالعصارة البنكرياسية والصفراء،

وفي عدم وجود الطعام يكون الوسط قاعدياً ضعيفًا، وعند دخول الطعام حيث يوجد بعضا من حامض الهيدروكلوريك يصبح حمضيا ثم يتحول إلى وسط قاعدى نتيجة لوجود أيونات البيكربونات.

العصارة البنكرياسية هى سائل شفاف عديم اللون قاعدى؛ نظرا لوجود البيكربونات ويقع الأس الهيدروجينى بين ٨,٧ إلى ٤,٨.

تحتوى العصارة البنكرياسية على عديد من الإنزيمات مثل التربسين والكيموتربسين (الخاصة بتحلل البروتين) والكربوكسى ببتيديز والامينوببيتيديز (تساعد على تحلل الأحماض الأمينية عند النهايات الأمينية والكربوكسيلية). هذا ويعمل إنزيم الليبيز على تحلل الدهون، بينما يقوم انزيم الاميليز بتحويل الكربوهيدرات إلى مواد ثنائية التسكر والمالتيز (تحويل المالتوز إلى جلوكوز) واللاكتيز (تحويل اللاكتوز إلى جلوكوز) والنيوكليز (خاص بالأحماض النووية).

ويتحول التريبسينوجين (صورة غير نشطة) إلى تريبسين عن طريق الانتيروكينيز الذى يساعد على فصل ٦ أحماض أمينية مرتبطة به؛ فيتحول إلى الصورة النشطة، ثم يقوم التربسين بتنشيط الكيموتربسينوجين. وبفضل فعل التربسين والكيموتربسين، يتحول البروتين إلى عديدة الببتيدات الكربوكسيلية والأمينية. وتتحول الدهون إلى أحماض دهنية وجلسرين عن طريق الليبيز، ويسهل من ذلك أملاح الصفراء.

ويقوم إنزيم الكربوكس ببتيديز بتحويل عديدة الببتيدات الكربوكسيلية إلى ثنائية الببتيدات يبدأ إفراز العصير البنكرياسى بعد ٢ - ٣ دقائق من تناول الوجبة، وتختلف مكوناته من الانزيمات باختلاف نوع المواد الغذائية.

يصل الإفراز إلى أقصاه بعد حوالى ساعتين من تناول اللحوم، وبعد ساعة من تناول الخبز، وبعد ثلاث ساعات من تناول اللبن. وكمية العصير التى تفرز فى حالة اللحم دون دهن تقدر بحوالى ١٥٠٪ من التى تفرز مع الوجبات التى تحتوى على دهون، كما أن تناول الأطعمة الدهنية لمدة طويلة تؤدى تدريجيا إلى النقص فى الإفراز البنكرياسى. هذا... ويزيد محتوى العصير البنكرياسى من الليبيز مع تناول الدهون، وتزيد كمية

الأميليز مع تناول الكربوهيدرات وتزيد كمية التربسين مع تناول البروتينات وهكذا. ويعتمد إفراز العصير البنكرياسى على عاملين أساسيين هما: الجهاز العصبى والهرمونات.

*** العصارة البنكرياسية:**

تحدث إثارة وإفراز للعصير البنكرياسى عن طريق النظر ورائحة الطعام ومؤثرات أخرى مثل مضغ الطعام والبلع تؤدى إلى إثارة المستقبلات الموجودة فى الفم والمرئ؛ مما يؤدى إلى الإفراز (التأثير الإنعكاسى) عن طريق الومضة العصبية التى تتولد من هذه المستقبلات والتى تصل إلى مركز العصب الخاصة بإفراز العصارة البنكرياسية، التى توجد فى منطقة النخاع المستطيل ثم تمر الومضة بالاستجابة عن طريق العصب الحائر إلى غدة البنكرياس فيبدأ فى الإفراز.

وأيضا دخول محلول حمض الهيدروكلوريك أو العصارة المعدية إلى الاثنى عشر تعمل كمحفز قوى لإثارة البنكرياس على الإفراز؛ لأنه يؤثر على الخلايا المبطنة للاثنى عشر، فتفرز مادة تعرف باسم السكرتين (secretin) والتى تحمل بواسطة الدم إلى الخلايا البنكرياسية، فتقوم بتنشيطها. والصورة غير النشطة للسكرتين تعرف باسم البروسكرتين pro-secretin، وتتحول إلى الصورة النشطة عن طريق تأثير الأحماض الدهنية، وبالإضافة إلى السكرتين يوجد أيضا هرمون البنكريوزيمين Pancreozymin الذى يحفز على إفراز الإنزيمات، ويوجد انزيم التربسين فى صورة غير نشطة تعرف باسم تربسينوجين trypsinogen، ويتحول إلى الصورة النشطة عن طريق الانتيروكينيز الذى يفرز من خلايا المعدة.

*** العصارة الصفراوية:**

يفرز الكبد العصارة الصفراوية، وتقوم بالوظائف الآتية:

١ - تزيد من نشاط بعض الإنزيمات التى تفرز من البنكرياس؛ وخاصة إنزيم اللاكتيز الذى يزيد من نشاطه حوالى ٢٠ مرة نتيجة لوجود العصارة الصفراوية.

٢ - تعمل على تصبن الدهون مما يسهل تكسيرها وامتصاصها.

٣ - تساعد فى حركة الأمعاء الدقيقة ودخول العصارة البنكرياسية إليها.

ومن ناحية أخرى.. فإن الوظيفة الأساسية للمرارة هى تحليل وتمثيل الدهون، وأى ضرر يصيب المرارة يسبب عرقلة فى أيض الدهون. ويفرز من العصارة المرارية فى اليوم حوالى ٥٠٠ إلى ١٠٠ مللى لتر عن طريق خلايا الكبد، ولكن دخولها إلى القناة المرارية ثم الأمعاء يحدث فقط بعد دخول الطعام إلى المعدة والأمعاء، وفى عدم وجود الطعام تخزن فى الحوصلة المرارية.

وتختلف العصارة المرارية التى تدفع من القناة الكبدية فى مكوناتها وخواصها، عن تلك التى تخزن فى الحوصلة المرارية؛ فمثلا الأولى عبارة عن محلول شفاف لونه أصفر فاتح، والأخيرة لونها غامض يميل إلى السواد وأكثر سمكا، وتحتوى على مواد صلبة وهذا نتيجة خلطها بالسائل المخاطى الذى تفرزه الطبقة المخاطية للحوصلة المرارية.

وتتكون العصارة الصفراوية من أحماض وصبغات، وتحتوى على الليسيثين والكوليسترول والدهون، والميوسين الذى يفرز عن طريق العشاء المخاطى المبطن للحوصلة المرارية، وبعض الأملاح غير العضوية، ولا تحتوى على إنزيمات، وتحتوى أيضًا على حامضين هما الجليكوكولك والجليكوكوليك glycocholic - glycocholeic. أما الصبغات الموجودة فهى عبارة عن البليروبين والبليفردين Bilirubin - Biliverdine والبليفردين ناتج من تأكسد البيلروبين، ويتكون البيليروبين من الهيموجلوبين المنطلق من تكسير كرات الدم الحمراء (١ جم من الهيموجلوبين ينتج حوالى ٤٠ مللى جرام من البيليروبين)، وتوجد بعض الهرمونات تحفز على إفراز العصارة المرارية من الكبد مثل الجاسترين والسكرتين، عن طريق التأثير المباشر على الخلايا التى تقوم بالإفراز.

وقد وجد أن مادة الكوليسيستوكينين cholecystokinin التى تتكون فى الاثنى عشر نتيجة تأثير حمض الهيدروكلوريك والأحماض الدهنية ومواد أخرى، تساعد على انقباض الحوصلة المرارية وتفريغ محتوياتها اثناء عملية الهضم.

ب - الهضم فى الأمعاء الدقيقة:

يحتوى الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء الدقيقة على غدد داخلية تفرز العصير المعوى، وهو سائل عديم اللون قاعدى غير شفاف؛ نظرًا لاحتوائه على خليط من المخاط وبعض الخلايا المبطنة وبلورات من الكوليسترول وكلوريد الصوديوم، وكمية قليلة من

الكربونات. وتحتوى العصارة المعوية على انزيمات خاصة بهضم الكربوهيدرات والدهون وبقايا البروتين التى حدث لها هضم فى المعدة والاثنى عشر، والصورة النهائية للبروتين هى الأحماض الأمينية، وذلك عن طريق الامينوببتيديز والدايببتيديز Amino peptidase and dipeptidase ، يقوم النيوكليز بهضم الاحماض النووية، وتحتوى أيضًا على الاميليز والليبيز، ولكن فى صورة قليلة النشاط. وتتحول المواد ثنائية التسكر إلى أحادية التسكر عن طريق الانزيمات الخاصة بها: **فمثلا**:

* سكر الشعير (المالتوز) يتحلل عن طريق إنزيم المالتيز.
* سكر القصب (السكروز) يتحلل عن طريق إنزيم الانفرتيز Invertase أو السكريز.
* سكر اللبن (Lactose) يتحلل عن طريق إنزيم اللاكتيز.

والنقص فى هذه الإنزيمات يسبب إسهالاً وانتفاخًا بعد تناول السكريات. ويحدث الإسهال نتيجة لزيادة النشاط الاسموزى للسكريات الباقية فى تجويف الأمعاء؛ مما يسبب زيادة فى حجم محتويات الأمعاء. وتوجد فى القولون البكتريا التى تعمل على تكسير السكريات (oligosaccharides) مما يسبب زيادة فى الضغط الأسموزى والانتفاخ؛ نتيجة إنتاج غاز ثانى أكسيد الكربون والهيدروجين من جزيئات ثنائية التسكر المتبقية فى الأمعاء والقولون..

يحدث افراز للعصير المعوى عن طريق مؤثرات كيميائية مثل العصير المعدى أو مؤثر ميكانيكى، وذلك عن طريق الجهاز العصبى الطرفى الذى يؤثر على الخلايا العصبية، التى توجد فى جدار الأمعاء فتحثها على الإفراز، ومن هنا نجد أن الجهاز العصبى المركزى ليس له دور فى افراز العصير المعوى. ويوجد ايضا هرمون الانتيروكرينين enterocrinin الذى يساعد فى عملية الإفراز.

٤ - التغيرات التى تحدث فى الأمعاء الغليظة:

يدخل الطعام الذى لم يحدث له امتصاص فى الأمعاء الدقيقة إلى الجزء الأول من الأمعاء الغليظة (الأعور) عن طريق صمام، يسمح بمرور الطعام فى اتجاه واحد فقط، ويبقى مغلقًا إذا لم تكن هناك عملية هضم، وبعد ٤ دقائق من تناول الوجبة يبدأ فى

الانفتاح بمعدل ٣٠ - ٦٠ ثانية، والمواد التى لم يحدث لها هضم هى الخضراوات والأنسجة السيليوزية. وتحتوى الأمعاء الغليظة على بكتريا فلورا (flora) التى تعمل على تخمر الكربوهيدرات وتحلل البروتين وبعض الأحماض الأمينية، التى لم يحدث لها امتصاص. ونتيجة لفعل البكتريا على المواد البروتينية تنتج مواد سامة مثل الاندول والاسكاتول والفينول، وإذا حدث لها انتقال إلى الدم، تحدث لها عملية إزالة السموم بالكبد (detoxification) . والجزيئات التى توجد بالأمعاء الغليظة سميكة بسبب امتصاص الماء. والأجزاء الصلبة من الإفراز المعدى مثل المخاط تلعب دورا مهمًّا فى تكوين البراز، وذلك عن طريق اتحاد الاجزاء غير المهضومة مع بعضها. ومكونات البراز عبارة عن: المخاط - بعض الأنسجة المبطنة - الكلوستيرول - صبغات المرارة (تعطى اللون للبراز) - الأملاح غير الذائبة - البكتريا - الطعام غير مهضوم (السيليلوز والكولاجين) . ومعظم المكونات غير آتية من المواد الغذائية، وهذا يفسر وجوده فى حالة الصيام.

ثانيا : الامتصاص (Absorption) :

يعرف الامتصاص على أنه مرور المواد المختلفة من الوسط الخارجى إلى الدم أو الليمف، عن طريق طبقة أو أكثر من الخلايا التى تكون غشاء بيولوجى. وهذه الأغشية هى: الطبقة المبطنة للجلد، والطبقة المخاطية المبطنة للأمعاء، والحوصلة المرارية، وجدار الحويصلات المرارية، والطبقة التى تغطى التجويف البريتونى.... وهكذا. ومعظم الأغشية البيولوجية شبه منفذة بمعنى أنها تسمح بمرور بعض المواد ولا تسمح بمرور مواد أخرى. والأغشية منفذة للمواد التى تكون محلولاً حقيقيًّا، وغير منفذة للمواد التى تكون محلولاً غرويًّا، وتسمح بنفاذ المواد فى اتجاه واحد فقط.

هناك مواد من الممكن أن تمتص عن طريق الجلد والمواد، التى تتطاير تمتص عن طريق الحويصلات الهوائية، والمواد التى تحقن تحت الجلد أو فى التجويف البريتونى يمكن أن تمتص وتمر إلى الدم أو الليمف.

ويعتبر الامتصاص الذى يحدث فى القناة الهضمية مهمًّا جداً؛ نظرا لأنه يمد الجسم بالمواد الغذائية اللازمة؛ حيث إن الامتصاص يحدث بصورة ضئيلة فى المعدة للأملاح

المعدنية والماء والكحوليات وأحاديات التسكر؛ ويحدث الامتصاص بصورة نشطة فى الأمعاء الدقيقة نظراً لكبر مساحة السطح الماص نتيجة لوجود الثنايا والخملات بأعداد كبيرة. ويتكون الغشاء الماص من خلايا مستطيلة دائرية الشكل مهدبة، قطرها حوالى ٨ ميكرون وتشاهد بالميكرسكوب العادى. وبالفحص بالميكرسكوب الإلكترونى وجد أن الأهداب عبارة عن زوائد خيطية طويلة (١-٣ ميكرون فى الارتفاع وحوالى ٠٨ر٠ ميكرون فى القطر).

ويحدث الامتصاص عن طريق الترشيح filtration، والانتشار diffusion والقوة الأسموزية osmosis، ويعتمد الترشيح على الضغط الهيدروستاتيكى الذى يتولد نتيجة انقباض العضلات التى توجد فى الجدار.

والانتشار البسيط Passive iffusion هو عبارة عن عملية يتم فيها انتشار المواد أو الغازات، التى توجد فى المحاليل نتيجة لحركة جزيئاتها لتملأ حيزاً معيناً. وهذه الجزيئات دائما فى حركة عشوائية، وتنتشر المواد من المحاليل التى توجد فيها بتركيز أكبر إلى الأقل تركيزاً.

والانتشار النشط (Active diffusion): وفيه تنتقل المواد من الوسط الأقل إلى الوسط الأعلى تركيزاً وهذا يحتاج إلى طاقة (ATP).

القوة الاسموزية osmosis:

عند إذابة مادة معينة فى الماء فإن تركيز جزيئات الماء، تكون أقل من تركيزها فى محلول الماء النقى. وإذا وضع غشاء (يسمح بنفاذ الماء فقط ولا يسمح بنفاذ المادة المذابة) به مادة مذابة فى ماء نقى، نجد أن جزيئات الماء تنتقل من الوسط الأقل تركيزاً (الوسط الذى يوجد به تركيز أكبر من جزيئات الماء) إلى الوسط الأعلى تركيزاً (الذى يوجد به تركيز أعلى من المادة المذابة وتقل به جزيئات الماء). والعملية التى يتم فيها انتشار المادة المذيبة (الماء) إلى المنطقة التى يوجد فيها تركيز أعلى من المادة المذابة، التى لا يسمح لها الغشاء الفاصل بالمرور تسمى القوة الأسموزية. ومن الممكن أن تقف هذه العملية عن طريق ضغط يتولد فى المنطقة الأعلى تركيزاً يسمى الضغط الأسموزى.

١ - امتصاص البروتين :

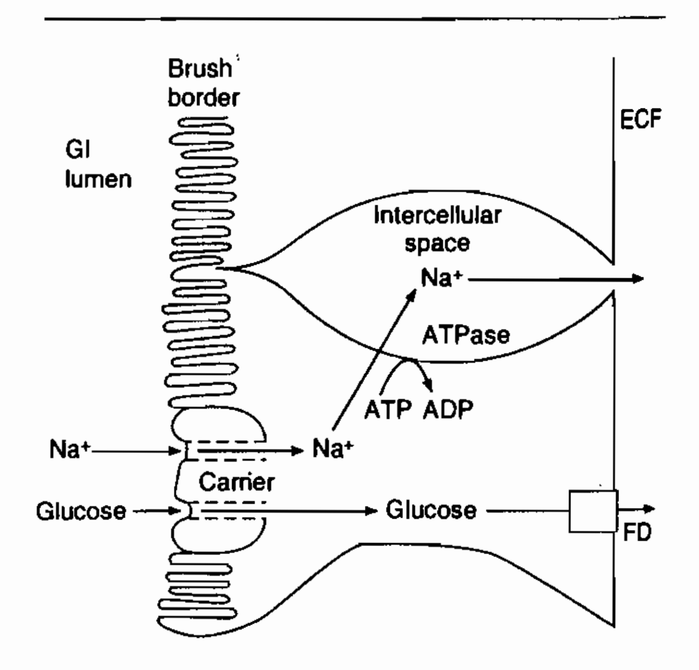
الاحماض الأمينية هى نواتج هضم البروتين فى القناة الهضمية، وهى الصورة الممتصة من الأمعاء الدقيقة .

٢ - امتصاص المواد الكربوهيدراتية :

الجلوكوز هو الصورة الممتصة من الأمعاء الدقيقة وأيضا الفركتوز والجلاكتوز . وتحدث عملية فسفرة للجلوكوز والجلاكتوز (بالاتحاد مع حمض الفوسفوريك) فى الجزء المخاطى من الأمعاء الدقيقة، وجود أى مادة سامة يمنع عملية الفسفرة ويقلل من عملية امتصاص الكربوهيدرات . وتتأثر هذه العملية أيضا بهرمون الأنسولين الذى يقلل من كمية الجلوكوز فى الدم .

ويتوقف امتصاص الجلوكوز على درجة تركيز أيون الصوديوم على سطح الخلايا المبطنة للأمعاء الدقيقة؛ حيث ثبت أن التركيز المرتفع منها يسهل من عملية الامتصاص والعكس صحيح .

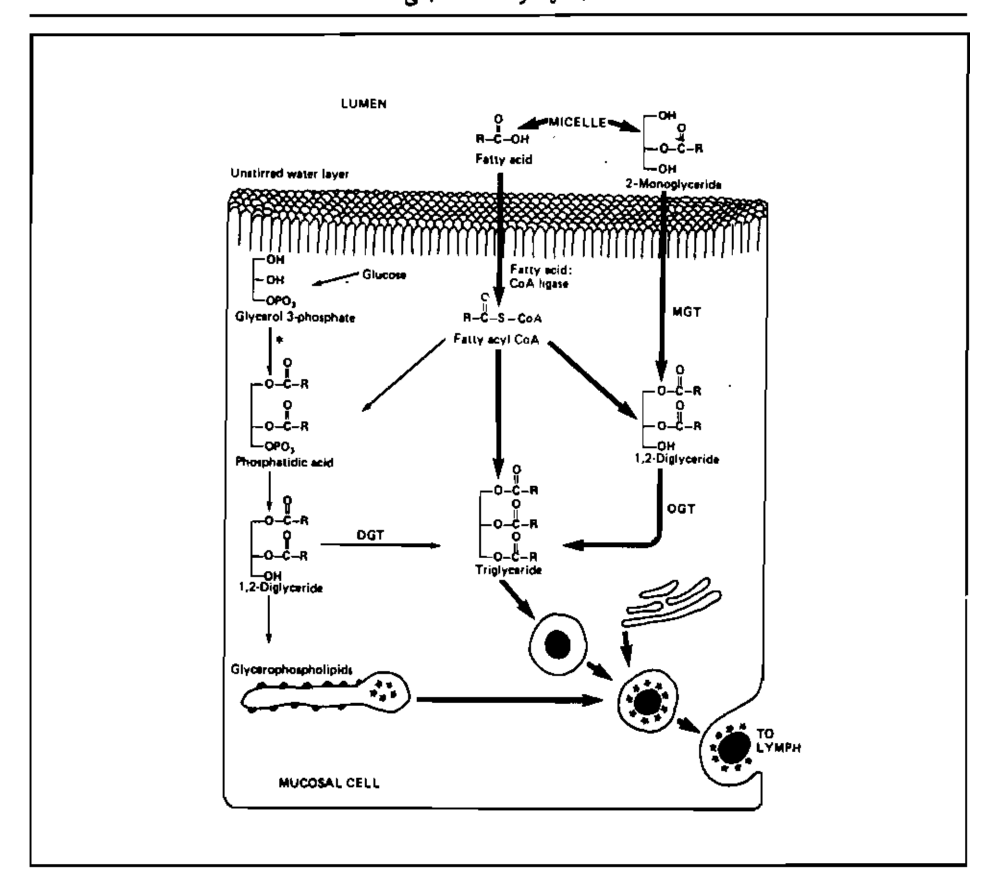
عندما يكون تركيز الصوديوم داخل الخلايا أقل من الخارج فيمر الصوديوم إلى الداخل نتيجة الفرق فى التركيز، ويتحرك الجلوكوز مع الصوديوم وينتشر فى الخلايا، ويمتص ١٠ جرام/ ساعة من الجلوكوز من جدار الأمعاء الدقيقة . وعند حدوث خلل فى امتصاص صوديوم/ جلوكوز مع بعضهما ينتج جلوكوز/ جلاكتوز؛ مما يسبب اسهالاً شديداً . وكما أن الصوديوم مهم فى الانتشار النشط للجلوكوز والاحماض الأمينية، فإن وجود الجلوكوز فى تجويف الأمعاء الدقيقة يسهل من إعادة امتصاص الصوديوم . وهذه العملية تساعد فى علاج فقد الماء والصوديوم، عن طريق الاسهال بواسطة إعطاء محلول يحتوى على الجلوكوز وكلوريد الصوديوم، وقد وجد أيضا أن الحبوب التى تحتوى على كربوهيدرات تساعد أيضا فى علاج الإسهال .



Mechanism for glucose transport across intestinal epithelium. Glucose transport into the intestinal cell is coupled to Na^+ transport, Utilizing a common carrier protein. Na^+ is then actively transported out of the cell, and glucose enters the interstitium by facilitated diffusion (FD) via GLUT 2. From there, it diffuses into the blood.

٣ - امتصاص الدهون :

يحدث تكسير للدهون ثلاثية الجليسرات، وتتحول إلى حبيبات من الدهون، وتحدث لها عملية تصبن عن طريق أملاح المرارة وتتكون الأحماض الدهنية. والدهون المتصبنة يحدث لها امتصاص بينما الدهون أحادية وثنائية الجليسرات المتكونة يحدث لها تحلل عن طريق انزيم الليبيز، وتمر من خلال الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة، وتدخل في تكوين الدهون المفسفرة.



Lipid absorption. Triglycerides are formed in the mucosal cells from monoglycerides and fatty acids. Some of the glycerides also come from glucose via phosphatidic acid. The triglycerides are then converted to chylomicrons and released by exocytosis. From the extracellular space. they enter the lymph. Heavy arrows indicate major pathways. * reaction inhibited by monoglyceride; MGT. monoacylglycerol acyltransferase; DGT; diacylglycerrol acyltransferase.

In: Disturbances in Lipid and Lipoprotein Metabolism. Dietschy JM. Gotto AM Jr, Ontko JA (editors). American Physiological Society, 1978).

٤ - امتصاص الماء والأملاح المعدنية:

أ - امتصاص الماء:

الماء: يصل إلى القناة الهضمية يوميا حوالى ٢٠٠٠ مللى من السوائل بجانب ٧٠٠٠ مللى من الإفرازات من الأجزاء المخاطية من القناة الهضمية. ويحدث لحوالى ٩٨٪ من هذه الكمية إعادة امتصاص، ويفقد فقط ٢٠٠ مللى فى اليوم، ويسير الماء فى كلا الاتجاهين عبر جدار الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة لتنظيم الضغط الأسموزى.

هذا . . . ومن ناحية أخرى فإن مرور الصوديوم داخل أو خارج الخلايا يعتمد على الفرق الاسموزى، ومن الممكن أن تمتص عن طريق الانتشار النشط كما يحدث فى الأمعاء الدقيقة؛ لأنه مهم لتسهيل مرور الجلوكوز والأحماض الأمينية، و يسهل وجود الجلوكوز من إعادة امتصاص الصوديوم.

ب - امتصاص الأملاح المعدنية:

*** الكلور Chlor:**

يفرز الكلور إلى تجويف الأمعاء الدقيقة عن طريق الفتحات الخاصة به cl - channels التى تنشط عن طريق الادينيلات أحادى الفوسفات الدائرى CAMP (Cyclic AMP) وتسبب بعض البكتريا السامة تجمع AMP؛ مما يزيد إفراز أيون الكلور من غدد الأمعاء، وذلك يهبط من وظيفة الغشاء المخاطى لمرور الصوديوم، وبذلك يقل امتصاص كلوريد الصوديوم؛ مما يؤدى إلى زيادة الاليكتروليت والماء فى الأمعاء مما يسبب الإسهال.

*** محلول كبريتات الماغنسيوم Mg sulfate:**

يمتص بصعوبة ويساعد على اتزان الضغط الأسموزى بالأمعاء، وهو يعتبر ملينًا للأمعاء.

*** البوتاسيوم:**

يحدث امتصاص للبوتاسيوم potassium من خلال الغشاء المخاطى المبطن للقناة الهضمية بالانتشار، وممكن أن يحدث عن طريق فتحات خاصة به (K^+ - channels) فى القولون. وعند زيادة كمية البوتاسيوم فى الطعام يزيد إفراز هرمون الالدوستيرون.

*** الكالسيوم Calcium:**

يمتص حوالى ٣٠ إلى ٨٠٪ من الكالسيوم المأخوذ، ويحدث هذا فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة عن طريق الانتقال البسيط أو الانتقال النشط عن طريق دايهيدروكس كالسيفيرول dihydroxycalciferol، وهذا المركب ناتج من أيض فيتامين د فى الكلية. ومعدل زيادة هذا المركب مرتبطة بنقص محتوى البلازما من الكالسيوم؛ مما يزيد من

امـتـصـاص الكالسـيـوم، ويقـل عند زيادة الكالسـيـوم فى الدم. ويسـاعـد وجـود البـروتين والفوسفات فى عملية الامتصاص، هذا وثبت أن وجود الأوكسالات يقلل من عملية الامتصاص؛ لأنها تكون أملاحاً غير ذائبة مع الكالسيوم.

* **الحديد Iron :**

يفقد الجسم كمية قليلة نسبيا من الحديد والكمية التى تخزن مرتبطة بالكمية الممتصة من الأمعاء. ويفقد الرجل حوالى ٦ر٠ مج/اليوم، وتفقد النساء حوالى ضعف هذه الكمية. وتتراوح الكمية الممتصة من الحديد من ٣ إلى ٦٪ م الكمية المأخوذة. هذا ويمتص الحديد فى صورة ثنائية التكافؤ (الحديدوز Fe^{2+}). والصورة التى يوجد بها الحديد فى الطعام صورة ثلاثية التكافؤ ($Fe3+$ الحديديك)، ولا يحدث امتصاص للحديد فى المعدة، ولكن العصير المعدى يساعد على إذابة الحديد؛ ليكون مركبًا قابلاً للذوبان، ويتحد مع حامض الاسكربيك (Ascorbic acid) ؛ فتحدث له عملية اختزال، ويتحول إلى أيوم الحديدوز.

وتوجد بعض المركبات فى المواد الغذائية، التى تؤثر فى امتصاص الحديد مثل الفوسفات والاوكسالات، وبعض المواد التى توجد فى الحبوب (Phytic acid) والتى تتفاعل مع الحديد، وتكون فى الأمعاء الدقيقة مركبًا غير قابل للذوبان.

٥ - امتصاص الفيتامينات :

تمتص الفيتامينات التى تذوب فى الماء مثل فيتامين ج ومجموعة فيتامين ب بسرعة كبيرة؛ ولكن امتصاص الفيتامينات التى تذوب فى مذيبات الدهون (أ - A و د - D و ك - K و هـــ - E) يقل إذا حدث نقص فى امتصاص الدهون بسبب نقص إنزيمات العصارة البنكرياسية أو إفراز المرارة. وتمتص معظم الفيتامينات فى الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة، ولكن فيتامين ب١٢ يمتص فى اللفائفى، وذلك باتحاده مع مركب بروتينى يفرز من المعدة (intrinsic factor)، ويكون مركبًا يمتص عن طريق الجزء المخاطى للفائفى.

بعض الظواهر المتعلقة بالجهاز الهضمى

أولا : الإحساس بالجوع والعطش:

أ - الإحساس بالجوع (Hunger) :

إن الإحساس بالجوع والعطش إحساس غير مستحب فى منطقة المعدة، وإن أى فراغ فى جزء صغير منها يسبب ألمًا، ويصاحبه غالبًا غثيان. وهذا الإحساس يحدث دوريا كل ٦٠ إلى ٩٠ دقيقة، ويستمر لمدة ١٥ - ٢٠ دقيقة. ويظهر عادة عندما تكون المعدة فارغة ما عدا حالات الجوع المرضى، الذى يكون مصحوبًا باضطراب فى جزء من المخ، وهذه الحالة تعرف باسم الشره المرضى.

والإحساس بالجوع مرتبط بمنطقة توجد فى الجهاز العصبى المركزى، تحتوى على مركز الطعام (food centre)، وخلايا هذا المركز توجد فى منطقة القشرة المخية cerebral cortex وفى النواة تحت القشرة subcortical nuclei وفى الهيبوثلامس hypothalamus ، وهذه المراكز تتحكم فى تناول الطعام والسلوك ونشاط القناة الهضمية؛ فمثلاً: تؤدى إثارة بعض هذه المراكز التى توجد فى منطقة الهيبوثلامس إلى طلب الطعام وإثارة مراكز أخرى تؤدى إلى رفض الطعام. وهذه المراكز تثار أو تهبط عن طريق المؤثرات، التى تصل إليها عن طريق المستقبلات الطرفية التى توجد فى القناة الهضمية، وعن طريق الهرمونات التى توجد فى الدم. وهناك نظريتان لشرح العملية الفسيولوجية للجوع:

* إن الإحساس بالجوع غير مرتبط بالأعصاب، ولكن يحدث عن طريق التغير فى المكونات التى توجد فى الدم وفى الأعضاء المختلفة من الجسم، ومنها الجهاز العصبى المركزى. ويتوقف هذا الإحساس عندما يحدث أيض للمواد الغذائية فى هذه الخلايا؛ فمثلاً يتوقف هذا الإحساس، عند دفع الجلوكوز للدم، وهذا يؤكد ويؤيد هذه النظرية.
* يعتبر الجوع شعوراً موضعيًّا تصل ومضاته إلى المخ عن طريق المستقبلات، التى توجد

فى القناة الهضمية، وأن النشاط الدورى للقناة الهضمية هو المسئول عن الإحساس بالجوع.

وفيما يتعلق بالنشاط الدورى للأعضاء التى تقوم بعملية الهضم (المهضمة) وعلاقتها بالجوع، فقد ثبت أن معظم الأعضاء التى تقوم بالهضم وخاصة المعدة والأمعاء تكون فى حالة نشاط، ليس فقط بعد تناول الطعام، ولكن أيضًا بين فترات الهضم ويحدث النشاط الدورى للحركة والإفراز فى أعضاء كثيرة، حتى عندما تكون المعدة فارغة. وقد وجد فى حيوانات التجارب أن زمن الانقباض الذى يحدث فى المعدة الفارغة، يحدث كل ٩٠ دقيقة ويستمر لمدة ١٥ – ٢٠ دقيقة، ويليه فترة من السكون (Latent period)، وهذه الحركة من المعدة والاثنى عشر والامعاء الدقيقة تكون مصحوبة بالافراز البنكرياسى والمعوى وهذا النشاط من الحركة والإفراز متلازمين ومصاحبين ببعض التغيرات، التى تحدث فى الجسم مثل التغير فى التنفس والدورة الدموية وإثارة الجهاز العصبى المركزى.

إن هذا التغير الذى يحدث فى حيوانات التجارب يحدث أيضا فى الإنسان، وتسمى انقباضات الجوع. والعوامل التى تمنع هذه الحركة تمنع أيضًا الإحساس بالجوع مثل التمارين العضلية العنيفة والإضراب عن الطعام لمدة طويلة، وهذا يوضح أن الصيام لعدة أيام يمنع الإحساس بالجوع (ماعدا ٣ أو ٤ أيام الأولى فقط).

خلاصة لذلك، فقد وجد من الأبحاث الفسيولوجية أن التغيرات التى تحدث فى مكونات وخواص الوسط الداخلي تؤثر على الهيبوثلامس (من الأجزاء الحساسة لأى تغير كيميائى فى الجسم).

وبهذا تعطى النشاط الدورى لأعضاء الهضم، وهذا النشاط يعطى ومضات عصبية من المستقبلات، التى توجد فى المعدة والأمعاء الدقيقة إلى الأجزاء الخاصة، التى توجد فى الجهاز العصبى المركزى فيسبب الإحساس بالجوع.

ب – الإحساس بالعطش (Thirst) :

يحدث هذا الإحساس نتيجة لنقص كمية الماء فى الجسم وتناول كميات الكبيرة من

الأملاح أو فقد كمية من الماء (عن طريق العرق أو الإسهال)، ورد الفعل الفسيولوجى مع العطش هو تناول الماء، ويقف هذا الإحساس، عندما يحدث اتزان مائى واتزان اليكتروليتى فى الأعضاء. ويحدث الإحساس بالعطش نتيجة التأثير على مستقبلات خاصة (osmoreceptors) حساسة للارتفاع فى الضغط الأسموزى (نتيجة النقص فى كمية الماء) للأعضاء الداخلية، وتوجد فى منطقة الهيبوثلامس.

وقد وجد أن جفاف الفم والحلق مرتبط بظاهرة العطش، وأن بلل الفم بالماء يمنع الإحساس بالعطش، ولكن ليس بصورة كاملة. ويقف الشعور تمامًا عند حقن محلول ذات تركيز منخفض إلى الدم، أو دخول الماء إلى القناة الهضمية. ويرتبط الشعور بالعطش بانخفاض إفراز كمية اللعاب؛ مما يؤدى إلى جفاف الفم، وعندما تفقد الأنسجة الماء يقل إفراز كمية اللعاب ويبدأ الشعور بالعطش عندما تنخفض نسبة الافراز إلى حوالى ٢٠٪وتصبح غير محتملةعندما تصل إلى ٥٠٪.

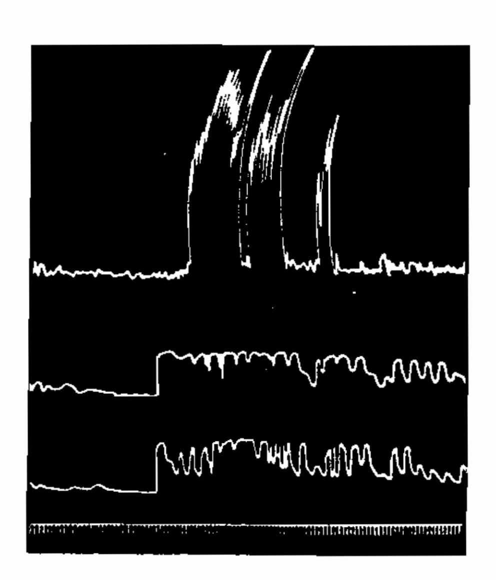
مما سبق.. فإن الشعور بالعطش هو نتيجة نقص كمية الماء فى الأنسجة، وأن تناول الماء يبقى الحالة الداخلية لهذه الأنسجة متزنة، وعندما يشعر الفرد بالعطش نتيجة لجفاف الفم والحلق.. فإن الومضات العصبية التى ترسلها المستقبلات تلعب دورا مهمًا فى ذلك؛ حيث إن الخلايا العصبية الخاصة بمستقبلات الضغط الاسموزى Osmorecep-tors تقع فى الهيبوثلامس، والتى تحتوى على مراكز اتزان الماء، وأن إثارة هذه المراكز تؤدى إلى انخفاض فى كمية الماء، التى تفقد عن طريق الاعضاء وانخفاض من افراز اللعاب، وهذا سبب الإحساس بجفاف الحلق.

وتوجد فى المخ مراكز تناول الماء مثل مراكز تناول الطعام، كما ان الشعور بالعطش يتحكم فيه هذا المركز، الذى يقع فى منطقة القشرة المخية ومنطقة تحت القشرة المخية، ويوجد فى الهيبوثلامس المركز الذى يتحكم فى اتزان الماء(water balance).

ثانيا: الغثيان Vomiting:

الغثيان هو عملية رد فعل عكسية (reflex) تحدث فى القناة الهضمية؛ نتيجة تأثير بعض المواد، مثل الابومورفين، والتأثير على بعض النهايات العصبية الحسية. ويحدث

عن طريق التأثير على الأعضاء المختلفة مثل اللسان والبلعوم والغشاء المخاطى المبطن للمعدة والأمعاء الدقيقة، وعلى التجويف البطنى والرحم، وأيضاً عن طريق حاستى الشم والتذوق (تسبب الاشمئزاز)، ويبدأ الغثيان بانقباض عضلات الامعاء الدقيقة، وهذا يؤدى إلى إرجاع محتوياتها إلى المعدة. وتبدأ فى خلال ١٠-٢٠ ثانية عضلات المعدة فى الانقباض والانفتاح، ثم تحدث انقباضات عنيفة فى العضلات البطنية والحجاب الحاجز، وبهذا تطرد المعدة محتوياتها إلى المرئ ثم إلى الفم أثناء الزفير، ويؤدى انقباض العضلات إلى ارتفاع لسان المزمار إلى اعلى؛ فيمنع دخول الطعام إلى الانف، ويهبط لسان المزمار إلى أسفل ويفتح الفم. هذا والجدير بالذكر أن الاعصاب الواردة هى المسئولة عن هذه العملية؛ فتقوم بتوصيل المؤثرات إلى مراكز الغثيان فى النخاع المستطيل، ثم تقوم الأعصاب الصادرة (العصب الحائر والعصب الذى يغذى الاحشاء) بإثارة العضلات البطنية والحجاب الحاجز.



Tracings of vomiting movements (after E. Babşky) The upper tracings record gastric movements, the second tracings from the top, duodenal movements, the third tracings, the movements of the small intestine, the bottom line is the time-interval marker

الوظائف الرئيسية للكبد

يعتبر الكبد أهم عضو فسيولوچى فى جسم الفقاريات، ومن أهم وظائفه مايأتى:

١ – يعمل الكبد على بقاء نسبة سكر الجلوكوز فى الدم ثابتة. وتختلف هذه النسبة باختلاف الفقاريات؛ فيتراوح تركيز الجلوكوز فى دم الإنسان بين ٨٠ – ١٢٠ ملليجرام فى ١٠٠ سم من الدم. وإذا نقصت كمية الجلوكوز فى الدم عن ذلك، فإن جليكوجين الكبد يتحلل إلى جلوكوز، يدفع فى الدم لإعادة نسبة الجلوكوز إلى الحالة الطبيعية. ويتكون جليكوجين الكبد أساسًا من بعض الأحماض الأمينية (بعد إزالة الأمونيا منها) مثل حامض الجلوتاميك Glutamic، والسيستين Cystine، والالانين Alanine، والبرولين proline، والسيرين Serine، وحامض الاسبرتيك Aspartic، كما يتكون من جليسرين الدهون، ومن حامض اللاكتيك lactic acid، والبيروفيك pyruvic اللذان يتكونان فى العضلات نتيجة لعملية تحلل جليكوجين العضلات، ومن الفركتوز والجالكتوز الممتصين من الامعاء. أما الجلوكوز الذى ينتج من هضم كربوهيدرات الطعام، فإنه يسير من جدار الامعاء إلى الدم مارًا بالكبد، ومنه إلى بقية اجزاء الجسم فتاخذ منه الانسجة حاجتها لعمليات التأكسد، ويتحول مازاد عن ذلك فى العضلات إلى جليكوجين يترسب بها، وإذا زادت كمية الجلوكوز كثيرا فإنه يتحول إلى دهون تختزن تحت الجلد، وحول الأحشاء وبين الخلايا.

ولذلك تزيد كمية الجليكوجين فى العضلات بعد تناول طعام غنى بالكربوهيدرات، وأما الزيادة فى كمية الجليكوجين فى الكبد التى تلاحظ بعد تناول طعام غنى بالكربوهيدرات، فإنها لاترجع إلى تحول جلوكوز الطعام إلى جليكوجين فى الكبد، بل ترجع إلى احتفاظ الكبد بما يتكون فيه من الجليكوجين؛ إذ إن الدم أثناء عملية امتصاص الغذاء يكون غنيا بالجلوكوز، فهو ليس فى حاجة إلى تحلل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز، كما يحدث بعد انتهاء عملية الامتصاص، ويحوى كبد الإنسان الصحيح

١٠٠ جرام جليكوجين، فى حين أن عضلاته تحوى ٢٥٠– ٣٥٠ جرام جليكوجين.

ويتم تحول جليكوجين الكبد والعضلات إلى جلوكوز بعملية الفسفرة Phosphorolysis، التى تشبة عملية التحلل المائى hydrolysis، ولكن بدلاً من إضافة الماء يضاف حامض الفسفوريك. ويتم ذلك بواسطة إنزيم الفسفوريليز phosphorylase فى وجود ثلاثى فوسفات الأدينوسينadenosine triphosphate كمصدر للفسفور.

وينشط هرمون الأدرينالين هذا التحول بالعمل على زيادة تركيز الإنزيم.

٢ – للكبد أهمية كبيرة فى هضم وأيض المواد الدهنية، وقد سبق أن تكلمنا عن أهمية الصفراء فى هضم المواد الدهنية، وأن أكسدة الاحماض الدهنية تحدث فى الكبد بما يعرف بالتأكسد البائى B-oxidation.

وينتج من هذا التأكسد حامض الاسيتواسيتيك وحامض البيوتيريك بائى الهيدروكسيد والأسيتون، وهو من النواتج الطبيعية لأكسدة الأحماض الدهنية فى الكبد، وتنتقل هذه المواد من الكبد إلى العضلات والكلية؛ حيث يتم تأكسدها إلى ثانى أكسيد الكربون وماء. وفى حالة مرضى السكر diabetes mellitus يعتمد الجسم اعتماداً كبيراً على تأكسد الدهون؛ فتتكون هذه المواد بكميات كبيرة، لاتستطيع انسجة العضلات والكلية أكسدتها جميعاً، فتظهر فى الدم والبول.

٣ – يتم فى الكبد أيض الأحماض الأمينية بنزع الأمونيا منها deamination ، كما يتم بالكبد تحويل الأمونيا إلى مواد إخراجية كالبولينا فى حالة الثدييات.

وأغلب الامونيا المتكونة تتحول فى الكبد ايضا إلى مواد اخراجية أزوتية، وجزء صغير منها يتحد بحامض الجلوتاميك glumatic acid ؛ ليكون جلوتامين glutamine، ويعمل الجلوتامين كمخزن للأمونيا، يرجع إليه الجسم عند حاجته إليها، مثل تكوين الأحماض الأمينية غير الأساسية.

٤ – يتم فى الكبد تكوين بعض البروتينات اللازمة للجسم، فمثلاً يتكون بها

الفيبرينوجين fibrinogen، والبروثرمبين prothrmbin اللازمين لتكوين الجلطة الدموية. كما يتكون بها البيومينات البلازمية، وهذه البروتينات بعد تكوينها فى الكبد تنتقل إلى بلازمة الدم.

٥ - تتحول فى الكبد بعض المواد السامة بالجسم إلى مواد غير سامة detoxication تفرز فى البول؛ فمثلاً تعمل بكتريا الأمعاء الغليظة على تحويل بعض الأحماض الأمينية إلى مواد سامه.

التيروسين Tyrosine ← كريزول Cresol ← فينول phenol

التريبتوفين tryptophane ← (بكتريا الامعاء الغليظة) اندوكسيل indoxyl

فالفينول والاندوكسيل مواد سامة جدا للجسم، فعندما يحملها الدم من الامعاء إلى الكبد، فإن هذه المواد إما أن تتحد بحامض الكبريتيك الذى يوجد فى الكبد لتكون مايعرف بالكبريتات الطيارة etherial sulphate، أو تتحد بحامض الجلوكورنيك لتكون فى حالة الفينول مثلا فينول الجلوكورنيك phenylglucuronide ، وهذه مواد غير سامة يحملها الدم من الكبد إلى الكليتين حيث تفرز فى البول.

وكذلك تتأكسد بالكبد بعض المواد السامة كالسينيدات إذا كانت بكميات قليلة، وتتحول إلى ثيوسانيت thiocyanate ، وتفرز هذه فى البول أو فى اللعاب.

وكذلك تعمل بعض الأحماض الامينية على تعادل السموم فى الكبد؛ فمثلاً الحمض الأمينى جليسين glycine يتحد بحامض البنزويك benzoic السام، الذى يمتص من الأمعاء من بعض الاغذية الخضراء، أو الذى يتكون فى الجسم من عمليات التحول الغذائى ليكون حامض الهيبوريك الذى يفرز فى البول.

جليسين + حامض بنزويك ← حامض هيبوريك

وتحدث عملية التعادل هذه كاملة فى الكبد السليم. وتستعمل هذه الحقيقة لاختبار

صحة الكبد بأن يحقن في الوريد كمية معينة من حامض البنزويك، ثم تقدر كمية حامض الهيبوريك في البول؛ ففي الكبد الصحيح تكون كمية حامض الهيبوريك المتكونة معادلة لكمية حامض البنزويك التي حقنت بالجسم.

٦ – يتخلق في الكبد الأحماض الامينية غير الأساسية؛ أي التي لايتحتم توفرها في الغذاء البروتيني– كما يتم بالكبد تحول بعض الأحماض الأمينية إلى بيورين (purine) وبيريميدين (pyrimidine) وفوسفات الكرياتين (Creatine phosphate).

٧ – يعمل الكبد كمخزن للفيتامينات وخصوصا فيتامين أ،د، ويحوى الكبد في التغذية الصحيحة أيضاً كميات كبيرة من الريبو فلافين وحامض النيكوتينك وحامض الاسكربيك، والتو كوفيرول. ولذلك فإن امراض الكبد يصحبها عادة أعراض نقص هذه الفيتامينات.

٨ – درجة حرارة الكبد تكون عادة أعلى بقليل من درجة حرارة الجسم؛ ولذلك فإن الكبد يعمل على تنظيم حرارة الجسم.

٩ – يحوى الكبد كمية كبيرة من الحديد، الذي يحتاجه الجسم في تكوين الهيموجلوبين.

١٠ – يحوى الكبد حوالي ٢٠٪ من كمية الدم بالجسم؛ ولذلك قد يعمل الكبد كمخزن للدم.

الأيض الغذائى وميزان الطاقة

Metabolism and Energy Balance

تعنى كلمة الأيض الغذائى التغير الكميائى للمواد الغذائية، وانتقال الطاقة الذى يحدث بالجسم. يحدث تأكسد للمواد البروتينية والكربوهيدراتية والدهون، وينتج ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة اللازمة للنشاط الحيوى بالجسم، وتنتج الطاقة أيضاً عند حرق المواد الغذائية خارج الجسم، والعملية هذه ليست بالعملية السهلة، ولاتتكون فى خطوة واحدة، ولكنها عملية معقدة تتم على مراحل متعددة وببطء، وتسمى هدم Catabolism ، والطاقة المنطلقة تخزن على هيئة مركبات فوسفورية. وتكوين المواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية من المواد الأولية لها تمر بعملية، تسمى بناء anabolism وتستخدم فيها الطاقة المختزنة.

اتزان الطاقة: هو عدم تولد طاقة ولا استهلاك طاقة أو بمعنى آخر وجود اتزان بين السعرات الحرارية المنتجة والمستهلكة. وإذا كان محتوى الطاقة فى الغذاء المتناول أقل من الطاقة المستهلكة يكون اتزان الطاقة سالبًا، وتستخدم الطاقة المخزونة فيحدث هدم للجليكوجين والبروتين والدهون، وبذلك يفقد الفرد جزءاً من وزنه، وإذا كانت كمية الطاقة فى الغذاء المتناول أكبر من الطاقة المفقودة على هيئة حرارة أو عمل يقوم به الفرد، وبالتالى فإنها تخزن ويكتسب الفرد وزنًا زائداً، وهذا مايسبب السمنة بالجسم.

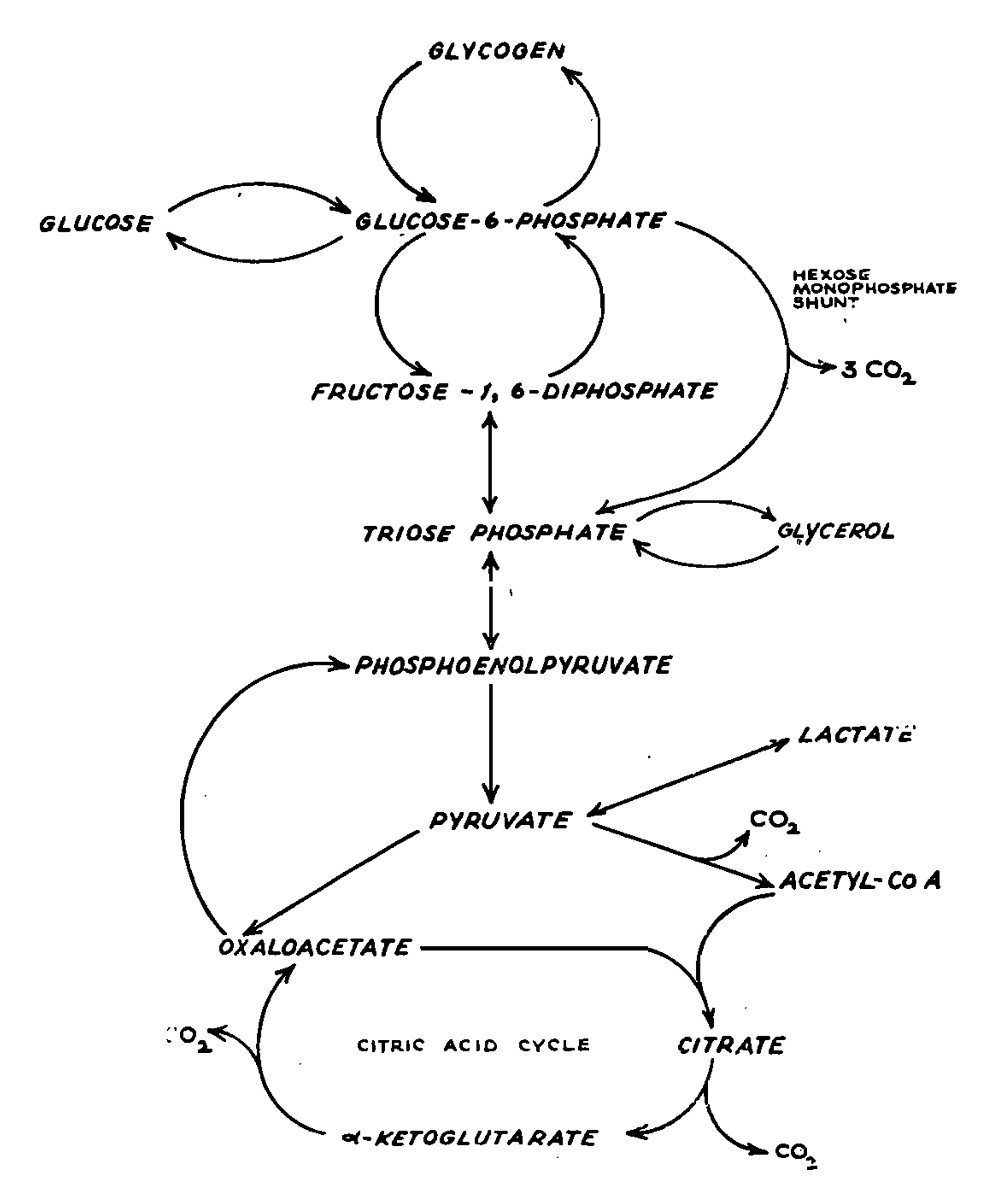
أولا : أيض المواد الكربوهيدراتية Carbohydarte Metabolism :

الكربوهيدرات عبارة عن جزيئات من السكر السداسى مثل الجلوكوز والجلاكتوز والفركتوز، والناتج الأساسى من هضم الكربوهيدرات والذى يمر إلى الدم هو الجلوكوز. وعند دخول الجلوكوز إلى الخلايا تحدث له عملية فسفرة (phosphorylase).

ويتحول إلى جلوكوز ٦- فوسفات، والإنزيم الذى يسهل من هذه العملية هو هكسوكينيز (hexokinase)، ويوجد انزيم آخر في الكبد يعرف باسم جلوكوكينيز (glucokinase) وتزيد كميته في وجود الأنسولين، ويقل في حالة الصيام ومرض السكر.

ويتحول الجلوكوز ٦- فوسفات إلى جليكوجين عن طريق البناء أو إلى صورة أبسط عن طريق الهدم والعملية التي يتكون فيها الجليكوجين تسمى glycogenesis، (وهى الصورة المختزنة للجلوكوز؛ وخاصة في الكبد والعضلات الهيكلية) والعملية التي يتكسر فيها الجليكوجين تسمى glycogenolysis.

وتحويل الجلوكوز (هدم) إلى بيروفات أو لاكتات تسمى glycolysis، ثم يتحول البيروفات إلى استيل مرافق الإنزيم أ (Acetyl CoA) وهو يعتبر مركباً وسطاً بين الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، ومن ذلك نجد إنه يمكن تحويل الجلوكوز إلى دهون عن طريق هذا المركب، ولايتم تحويل الدهون إلى جلوكوز؛ لأنها عملية غير عكسية.

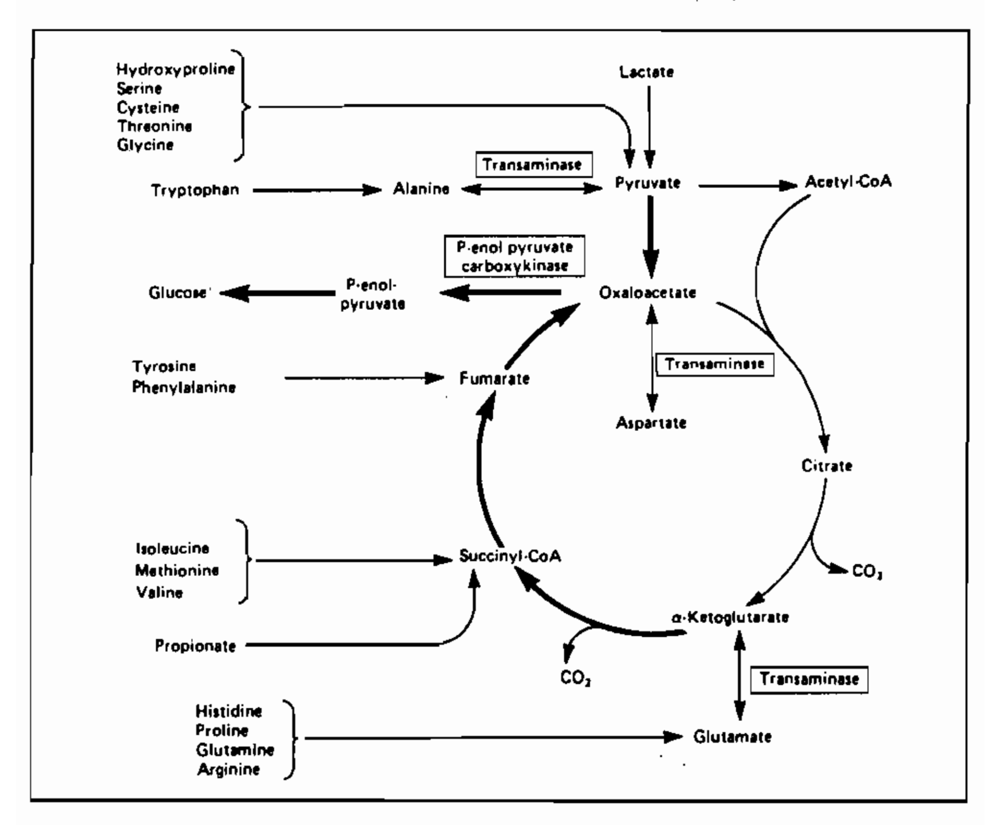


Major pathways of carbohydrate metabolism

دورة كربس أو الحمض ثلاثى الكربوكسيل أو دورة حمض السيتريك

: Krebs cycle, tricarboxylic acid cycle or citric acid cycle

يحدث فى هذه الدورة عدة مراحل من التفاعلات، التى عن طريقها يتحد الاستيل مرافق الإنزيم أ (يحتوى على ذرتين كربون) مع الأوكسالوأسيتات، والذى يحتوى على ٤ ذرات كربون، ويتكون السيترات . وفى ٧ مراحل متتالية تنفصل مجموعتان من ثانى أكسيد الكربون، ويعاد تكون الأوكسالوأسيتات مرة أخرى . ويتم انتقال ٤ أزواج من ذرة الهيدروجين إلى السيتوكروم، وينتج ١٢ جزيئاً من أدينوسين ثلاثى الفوسفات، و٤ جزيئات ماء (يستخدم منها جزئيان فى الدورة) . وتعتبر هذه الدورة الرئيسية لأكسدة الكربوهيدرات والدهون وبعض الأحماض الأمينية . وتدخل الكربوهيدرات والدهون عن طريق الاستيل مرافق الإنزيم أ، ولكن الأحماض الأمينية عن طريق إزالة الأمونيا .



Involvement of the citric acid cycle in transamination and gluconeogenesis. The bold arrows indicate the main pathway of gluconeogenesis. Murray RK et al: Harper's Biochemistry, 23rd ed. Appleton & Lange, 1993.)

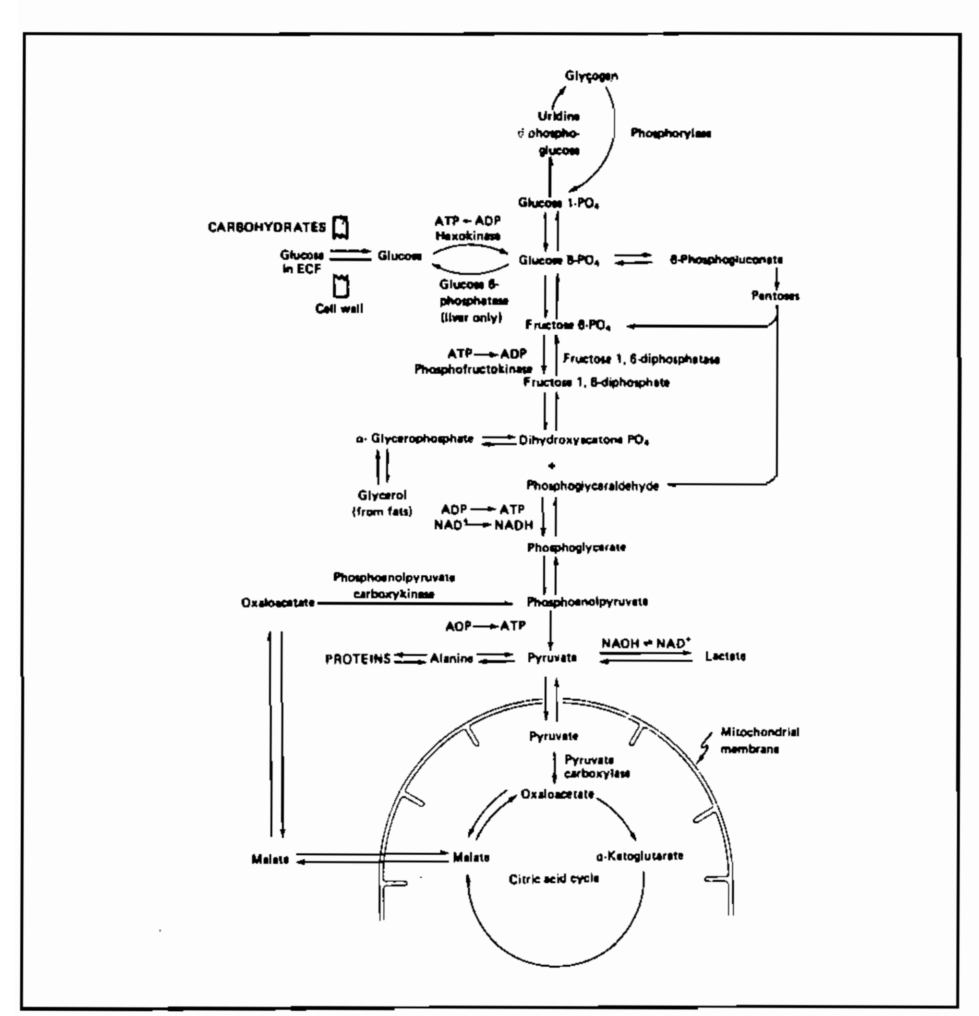
والأكسجين مهم جداً فى هذه الدورة ولاتحدث فى الظروف اللاهوائية وتحدث داخل الميتوكوندريا. هذا ويتم تحويل الجلوكوز إلى بيروفات، تحت الظروف اللاهوائية، وتحدث خارج الميتوكوندريا.

وتحدث المرحلة اللاهوائية على ثلاث خطوات فى غياب الاكسجين:

١ – تحول الجليكوجين إلى سكر أحادى.

٢ – تحول السكر الأحادى إلى جزئين من السكر ثلاثى الكربون.

٣ – تحول السكريات ثلاثية الكربون إلى حامض بيروفيك.



Outline of the metabolism of carbohydrate in cells, showing some of the principal enzvmes involved.

ثانياً : أيض البروتين Protein metabolism :

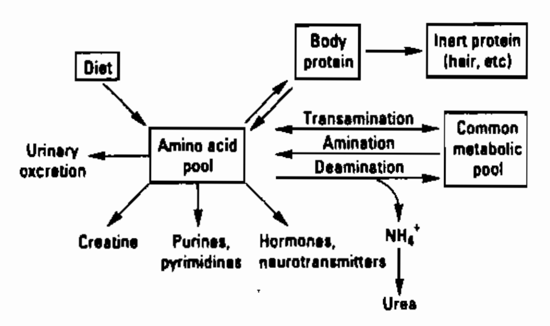
البروتين عبارة عن سلسلة من الأحماض الأمينية مرتبطة مع بعضها عن طريق رابطة ببتيدية، تربط بين مجموعة الامين لحمض مع مجموعة كربوكسيل للحمض الآخر.

يحدث للبروتين المتناول عملية هضم، ويمتص على صورة أحماض أمينية. وتحدث عملية تحلل، ثم إعادة بناء بروتين الجسم ذاته، وتتراوح نسبة تكسير البروتين فى اليوم حوالى من ٨٠ إلى ١٠٠ جرام/ اليوم، وتكون النسبة مرتفعة فى الغشاء المخاطى المبطن للامعاء. وتعتبر الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم مستودعاً يأخذ منه الجسم احتياجه. وفى اثناء النمو فإن الاتزان بين الأحماض الأمينية وبروتين الجسم يتجه إلى تكوين بروتين الجسم؛ أى بمعنى أن التكوين أسرع من الهدم. وتفقد كمية قليلة من البروتين فى البول والبراز.

ويحدث تبادل بين الأحماض الأمينية ونواتج هدم الكربوهيدرات والدهون فى دورة كربس، وذلك عن طريق إزالة أو انتقال مجموعة الأمين (Transamination)، وينتج من ذلك تحويل حمض كيتونى إلى حمض أمينى، أو تحويل حمض أمينى إلى حمض كيتونى داخل الأنسجة.

$$\text{Alanine} + \alpha\text{ - ketoglutarate} \rightarrow \text{pyruvate} + \text{glutamate}$$

آلانين + كيتوجلوتاريت ← بيروفات + جلوتامات

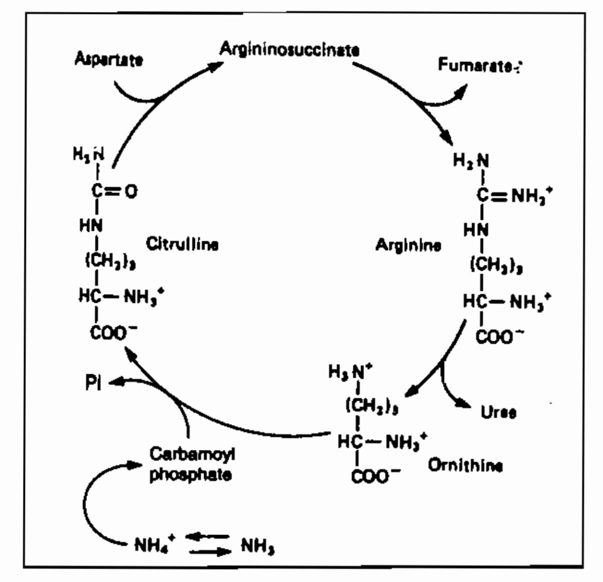


Amino acid metabolism

$$\text{Glutamine} + H_2O \xrightarrow[\text{(kidney)}]{\text{Glutaminase}} \text{Glutamate} + NH_4^+$$

$$\text{ADP} \leftarrow \text{ATP (brain)}$$

$$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$$



Urea cycle

وتتحول الأمونيا الناتجة من عملية إزالة مجموعة الأمين الى بولينا تخرج مع البول.

ومن ناحية أخرى، تتحول الأمونيا إلى كرباميل فى الميتوكوندريا، ثم تتحول إلى أرنثين ثم سترولين الذى يتحول إلى أرجنين تنفصل منه البولينا، ويعاد تكوين الارنثين مرة أخرى.

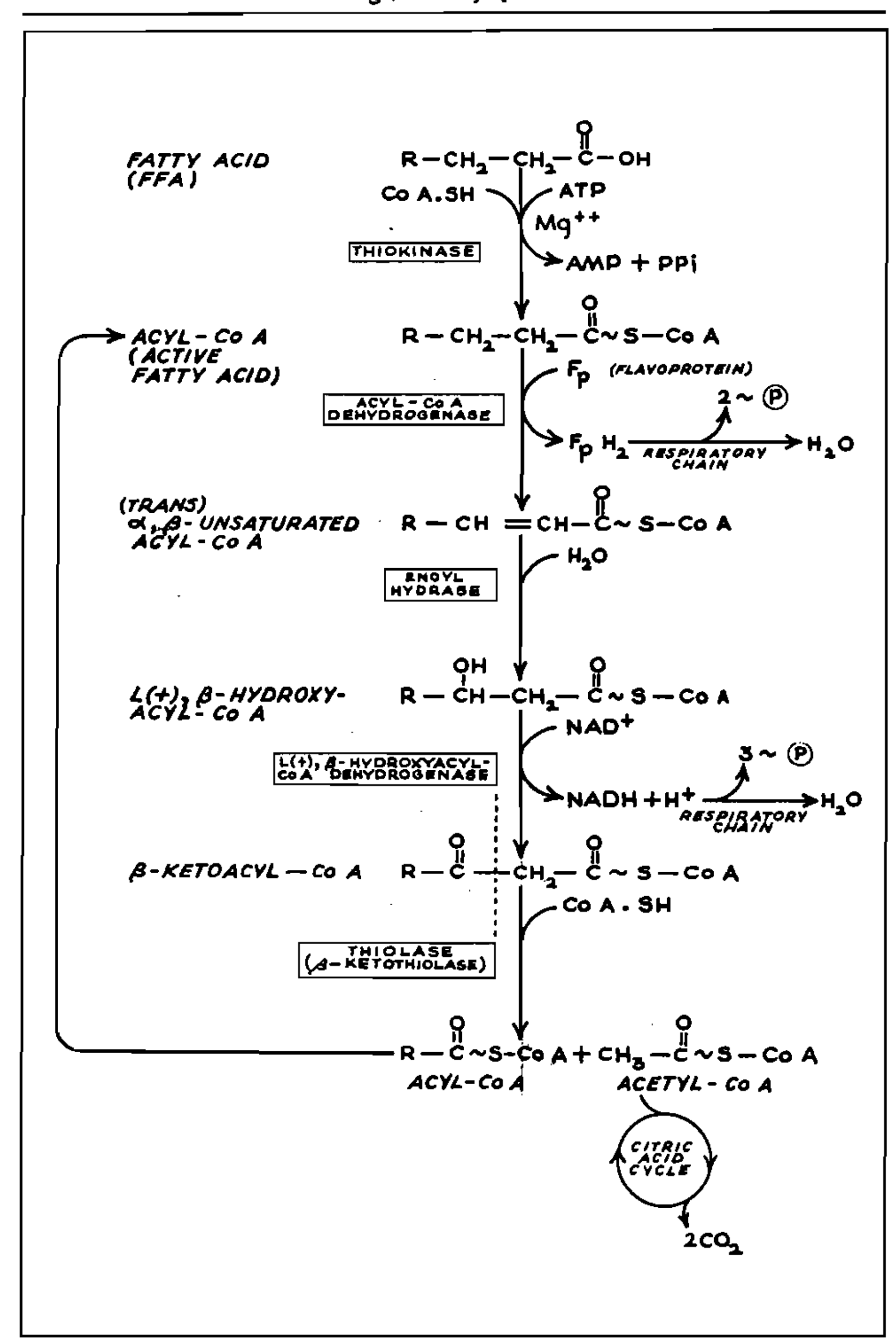
أما حمض البوليك، فإنه يتكون نتيجة تكسير البيورين أو يتكون من الجلوتامين.

ثالثاً : أيض الدهون Fat metabolism :

من المركبات المهمة للدهون: الأحماض الدهنية والدهون المتعادلة (ثلاثية الجليسرات) والدهون المفسفرة والسيترول. وتدخل الدهون المفسفرة فى تركيب غشاء الخلية.

تتكسر الأحماض الدهنية فى الجسم، وتتحول الى أسيتل مرافق الإنزيم أ، الذى يدخل بدوره الى دورة كربس. وتحدث عملية التكسير فى الميتوكوندريا عن طريق الأكسدة البائية B-oxidation.

وعملية الاكسدة عبارة عن خطوات متتالية لإزالة ذرتين كربون من الأحماض الدهنية، والطاقة المتولدة نتيجة لذلك كبيرة.



β - Oxidation of fatty acids

الأجسام الكيتونية :

فى كثير من الأنسجة تتكثف جزيئات استيل مرافق الإنزيم أ وتكون اسيتواستيل مرافق الإنزيم أ . وهذه المركبات الكيتونية (B-Kito acid) تتحول إلى أسيتون واسيتواسيتات وهيدروكس بيوترات، وهذه تسمي أجساماً كيتونية . وهذه الأجسام الكيتونية يحدث لها أيض بصعوبة في الكبد؛ ولذلك فإنها تمر الى الجهاز الدورى . وتقوم بعض الانسجة (غير الكبد) بنقل مجموعة مرافق الإنزيم أ من السكسنيل مرافق الإنزيم أ إلى الاسيتوأسيتات، والتى تتحول إلى ثانى أكسيد الكربون وماء عن طريق دورة كربس . وتعتبر الأجسام الكيتونية مصدراً للطاقة فى بعض الاحوال، ويخرج الأسيتون مع البول وفى هواء الزفير . ويعتبر مستوى الأجسام الكيتونية فى الجسم منخفضاً (١ مللجرام/ لتر)، ويخرج حوالى ١ مللجرام فى ٢٤ ساعة .

والأجسام الكيتونية المتكونة يحدث لها أيض بسرعة، ولكن إذا قل دخول الاستيل مرافق الإنزيم أ الى دورة كربس بسبب قلة كمية الجلوكوز، فيحدث تجمع للاستيل مرافق الانزيم أ، وتتكون كمية كبيرة من الاسيتواسيتات فى الكبد وتحدث أكسدة سريعة لها وكميتها تزيد فى الدم .

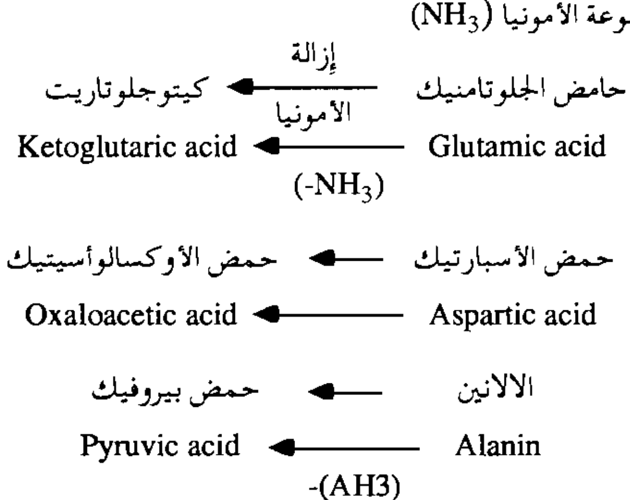
وللحيوان والإنسان المقدرة على تخزين كميات غير محدودة من الدهون، وعند حاجة الجسم الى الدهون تتحول الى فوسفات الدهون، وهى تختلف عن الدهون فى قابليتها للذوبان فى الماء، فتحمل بواسطة الدم الى أجزاء الجسم المختلفة، وخصوصاً إلى الكبد .

وتتحلل الدهون في الكبد إلى جلسرين وأحماض دهنية، والجلسرين المتكون يتحول الى فوسفات الجلسرين، وهى تشابه فوسفات الجلسرين، التى تتكون فى التحلل اللاهوائى للكربوهيدات؛ فمن الممكن أن تتحول إلى حامض البيروفيك، الذى يتأكسد بدوره إلى ثانى أكسيد الكربون وماء .

طاحونة الأيض الغذائى Metabolic Mill :

من المعلوم أن دورة كربس Kreb cycle أو الدورة الهوائية من أهم دورات الهدم، التى تحدث فى خلايا الجسم، وذلك لإنتاج الطاقة.

على سبيل المثال: عند هضم البروتين فإنه يتحول إلى أحماض أمينية تستخدم لتكوين أنسجة الجسم وبناء البروتين الذى تحتاجه الخلية، والزائد عن الحاجة تحدث له عملية إزالة لمجموعة الأمونيا (NH_3)



وعند هضم المواد الدهنية فإنها تتحول الى أحماض دهنية، تتأكسد بواسطة التأكسد البائى **B-oxidation** لتعطى مجموعة أستيل مرافق الإنزيم أ **Actyl Co - A**، تنفصل عن السلسلة الطويلة من الأحماض الدهنية وتدخل دورة كربس.

وعند هضم المواد الكربوهيدراتية فإنها تتحول الى جلوكوز، الذى يتحول بدوره إلى حمض بيروفيك Pyruvic acid ، الذى يدخل دورة كربس؛ ليعطى طاقة، والزيادة من الكربوهيدرات تتحول وتخزن على هيئة جليكوجين، الذى يتحول إلى أحماض دهنية.

الطاقة وانقباض العضلات

من المعروف أن انقباض العضلات يحتاج الى طاقة، والعضلات هى المكان الذى تتحول فيه الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية. ومصدر الطاقة هو المركبات الفوسفورية التى تنتج نتيجة لأيض المواد الكربوهيدراتية والدهون. ويحدث تميؤ لثلاثى أدينوسين الفوسفات ليعطى طاقة.

يتكون ثلاثى أدينوسين الفوسفات من ثنائى أدينوسين الفوسفات، عن طريق اضافة مجموعة فوسفات، والطاقة اللازمة للبناء تستمد من تكسير الجلوكوز إلى ثانى أكسيد الكربون وماء. ويوجد فى العضلات مركب آخر، يعطى طاقة، ولكن لوقت قصير هو فوسفوكرياتين (phosphocreatine)، والذى يتحول الى كرياتين ومجموعة فوسفات وتنتج طاقة. وفى أوقات الراحة، فإن بعض الأدينوسين ثلاثى فوسفات الموجودة فى الميتوكوندريا تعطى مجموعة الفوسفات الخاصة بها الى الكرياتين، فينتج فوسفوكرياتين. وأثناء النشاط (التمارين) يحدث تميؤ لهذا المركب فى الفجوة بين الأكتين والميوسين، ويتكون ATP ثلاثى أدينوسين الفوسفات من ثنائى أدينوسين الفوسفات ADP، ويحدث انقباض للعضلات يسمح له ان يستمر.

١ - الكربوهيدرات والدهون:

أثناء الراحة وأثناء التمارين الخفيفة تستهلك العضلات الدهون فى صورة أحماض دهنية حرة كمصدر للطاقة. وبزيادة كثافة التمارين لا تستطيع الدهون أن تمدها بالطاقة اللازمة؛ ولهذا تلجأ العضلات إلى استهلاك الكربوهيدرات كمصدر للطاقة (كوقود).

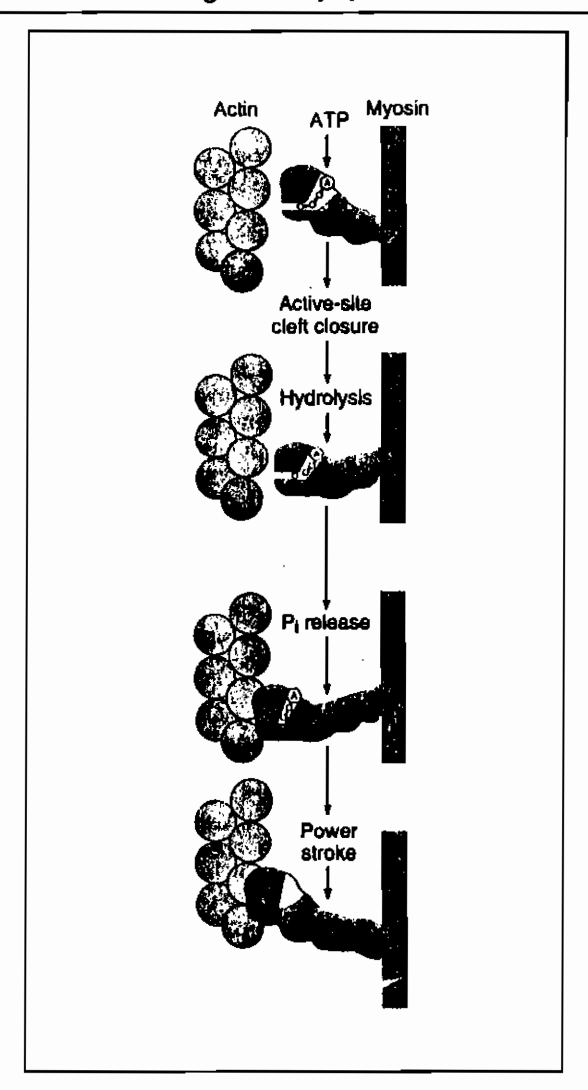
أثناء التمارين.. فإن مصدر الطاقة اللازمة لتكوين فوسفوكرياتين والأدينوسين ثلاثى الفوسفات يكون ناتجاً من تكسير الجلوكوز إلى ثانى أكسيد الكربون والماء. ويحدث تكسير للجلوكوز، عن طريق مروره بعدة عمليات كميائية داخل الخلايا ويتكون البيروفات. ومن ناحية أخري يعتبر الجليكوجين المختزن فى الكبد والعضلات مصدرا آخر

للطاقة، وعند وجود الاكسجين بكمية كافية.. فإن البيروفات يدخل دورة كربس، ويتحول إلى ثانى أكسيد الكربون والماء، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة فى صورة ATP. وإذا وجد الأكسجين بكمية قليلة، فإن البيروفات لا يمر الى دورة كربس، وتحدث له عملية اختزال؛ فيتحول الى لاكتات (lactate) وهذه العملية اللاهوائية مرتبطة بانطلاق كمية قليلة من الطاقة فى المركبات الفوسفورية.

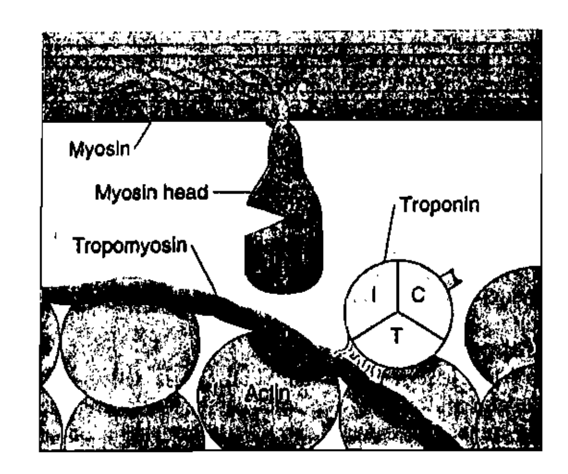
وقد ثبت أنه أثناء التمرينات العضلية، يحدث تمدد للأوعية الدموية الموجودة فى العضلات فتمدها بكمية وفيرة من الاكسجين، ويتناسب استهلاك كمية الاكسجين مع الطاقة المستنفذة وهذه العملية هوائية. وعندما تكون التمارين الرياضية عنيفة فإن تكوين الطاقة بالطريقة الهوائية لا يناسب استهلاك الطاقة. وفى هذه الاحوال، فإن الفوسفوكرياتين يستخدم فى تكوين الطاقة (ATP)، ويقف تكوين ATP باستخدام الطاقة المنطلقة بالعملية اللاهوائية فى تكسير الجلوكوز الى لاكتات. ويمر اللاكتات إلى الدم ويتجمع فى العضلات، ويسبب إجهاداً عضلياً. وبعد مرور وقت من الإجهاد، يستهلك كمية من الاكسجين لإزالة اللاكتات وإعادة تكوين ATP والفوسفوكرياتين مرة أخرى.

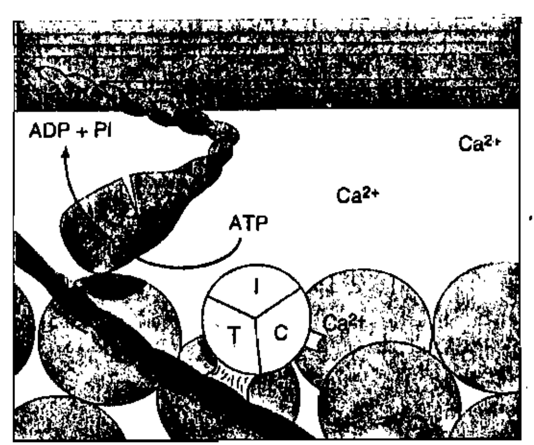
٢ - التيبس (Rigor):

تنتج هذه الحالة نتيجة النقص التام فى ATP والفوسفوكرياتين داخل ألياف العضلات؛ فتنتج حالة من التصلب نتيجة لارتباط الميوسين بالأكتين بقوة.



Diagrammatic representation of the proposed mechanism by which myosin heads produce sliding of actin on myosin. The ATP-binding site in the head is an open cleft. When ATP is bound and hydrolyzed, the cleft closes, distorting the head. and the head binds firmly to actin. The head then overcomes the distortion, creating the power stroke that moves actin on myosin (Modified from Rayment 1 et al: Structure of the actin myosin complex and its implications for muscle contraction. Science 1993; 261 : 58).





Initiation of muscle contraction by Ca^{2+} When Ca^{2+} binds to troponin C, tropomyosin is displaced laterally, exposing the binding site for myosin on actin (striped area). Hydrolysis of ATP then changes the conformation of the myosin head and fosters its binding to the exposed site, For simplicity, only one of the 2 heads of the myosin-II molecule is shown..

الأيض الغذائى وتكوين الطاقة

Transformation of Energy and Total Metabolism

إن قوة الأيض الغذائى ومواصفات المادة التى حدث لها تأكسد فى الأعضاء يمكن أن تقدر عن طريق كمية الأكسجين المستهلكة والمادة الخارجة من الجسم نتيجة التكسير أو الهدم (breakdown).

ومثال ذلك : فإن كمية البروتين التى يحدث لها تكسير، تعرف عن طريق كمية النيتروجين الموجودة فى البول.

وكمية الكربوهيدرات والدهون التى تتأكسد تقاس عن طريق كمية ثانى أكسيد الكربون المنطلقة وكمية الأكسجين المأخوذة فى الوقت نفسه.

ولتأخذ فى الاعتبار أن ثانى أكسيد الكربون لا ينتج فقط من تأكسد الدهون

والكربوهيدرات، ولكن أيضاً من البروتين وتقدر كمية البروتين التى حدث لها تكسير فى الأعضاء فى ٢٤ ساعة عن طريق كمية النيتروجين المفقودة، وبتقدير كمية الكربون الموجودة فيها (يحتوى البروتين على حوالى ٥٢٪ كربون)، وتطرح كمية الكربون الموجودة فى البروتين من كمية الكربون الموجودة فى البول. ومن السهل أن نقدر كمية كربون البروتين الذى تحول إلى ثانى أكسيد الكربون وكمية الأكسجين التى استخدمت فى العملية.

وبطرح كمية الأكسجين فى أكسدة البروتين من كمية الأكسجين المستخدمة فى العملية كلها، يمكن أن نقدر كمية الأكسجين المستخدمة لأكسدة الدهون والكربوهيدرات فى الأعضاء. وهذه تعتمد على أن أكسدة ١ جرام من الكربوهيدرات و١ جرام من الدهون تستخدم كمية مختلفة من الأكسجين، وتنطلق كمية مختلفة من ثانى أكسيد الكربون.

مثـال:

نفرض أن فرداً استهلك حوالى ٦٧٢,٨ لتر من الأكسجين فى ٢٤ ساعة، وفقد حوالى ٦٢٨,٣ لتر من ثانى أكسيد الكربون فى الهواء، ١٣,١ جرام من النيتروجين، و٧,٦٨ جرام من الكربون فى البول خلال وقت التجربة.

١ جرام من النيتروجين يحتوى على ٦,٢٥ جرام من البروتين.

إذاً : ١٣,١ × ٦,٢٥ = ٨١,٨ جرام من البروتين، حدثت لها عملية تكسير.

كمية البروتين التى تحتوى على الكربون = $\frac{٥٢ \times ٨١,٨}{١٠٠}$ = ٤٢,٥١١ جرام من الكربون.

وبطرح كمية الكربون التى حدث لها إخراج فى البول من كمية البروتين التى حدث لها تكسير، نحصل على كمية البروتين التى استخدمت لتنتج ثانى أكسيد الكربون ٤٢,٥ – ٧,٦٨ = ٣٤,٨٢ جرام.

إذاً : كمية الكربون التى تنتج (نسبة الكربون إلى نسبة ثانى أكسيد الكربون)

= $\frac{٣٤,٨ \times ٤٤}{١٢}$ = ١٢٧,٦ جرام ثانى أكسيد الكربون.

أكسدة ٣٤,٨ جرام تحتاج إلى (نسبة وزن الكربون إلى الأكسجين فى ثانى أكسيد

الكربون) = $\frac{٣٤,٨ \times ٤٤}{١٢}$ = ٩٠,٢٨ جرام من الأكسجين.

ولنأخذ فى الاعتبار أن ١٠٠ جرام من البروتين تحتوى على ٣,٤٣٩ جرام هيدروجين تحتاج إلى أكسجين من الوسط الخارجى لتعطى ماء.

إذاً : ٨١,٨ جرام من البروتين تحتوى على ٢,٨١ جرام من الهيدروجين، وتحتاج إلى ٢٢,٤٨ جرام من الأكسجين لتعطى ماء.

إذاً ٩٠,٢٨ + ٢٢,٤٨ = ١١٢,٧٦ جرام من الأكسجين يحتاجه البروتين ليتأكسد.

عند درجة حرارة صفر مئوية وضغط جوى ٧٦٠ مللى متر زئبق، فإن حجم ١ جرام من ثانى أكسيد الكربون = ٠,٥٠٨٧ لتر، وحجم ١ جرام من الأكسجين = ٠,٦٩٩ لتر.

وحجم الأكسجين المستخدم للبروتين = ١١٢,٧٦ × ٠,٦٩٩ = ٧٧,٨ لتر.

وبطرح هذه الكمية من المأخوذة والناتج فى ٢٤ ساعة، نستطيع حساب كمية الأكسجين المستخدمة لتأكسد الدهون والكربوهيدرات وكمية ثانى أكسيد الكربون الناتجة.

٦٧٢,٢٨ – ٧٧,٨ = ٥٩٥ لتراً من الأكسجين

٦٢٨,٨ – ٦٤,٩ = ٥٦٣,٤ لتر من ثانى أكسيد الكربون.

وفيما يلى حساب كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة الكربوهيدرات والدهون وكمية ثانى أكسيد الكربون المتكونة:

كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة الكربوهيدرات تساوى كمية ثانى أكسيد الكربون المنطلقة.

وأن نسبة ثانى أكسيد الكربون المنطلقة إلى نسبة الأكسجين المستهلكة لأكسدة الدهون = ٠,٧ .

في المعادلة التالية نفترض أن :

س : هي كمية الأكسجين المستهلكة للدهون .

ص : هي كمية ثاني أكسيد الكربون الناتج للدهون .

أ : هي كمية الأكسجين المستهلك للكربوهيدرات تساوى الكمية الناتجة نفسها من ثاني أكسيد الكربون .

إذاً : س = ٠,٧

ص

س + أ = ٥٩٥

ص + أ = ٥٦٣,٤

وبحل المعادلة نجد : ٤٨٩,٦ لتر من الأكسجين، تستهلك لتأكسد الكربوهيدرات (أ) .

١٠٥,٤ لتر من الأكسجين تستهلك لتأكسد الدهون (س)

وحيث إن تأكسد جرام من الكربوهيدرات يحتاج إلى ٠,٨٣٠ لتر من الأكسجين وتأكسد ١ جرام من الدهون يحتاج إلى ٢,٠٣٠ من الأكسجين .

ومن هنا نستطيع حساب كمية الدهون والكربوهيدرات، التي يحدث لها هدم في ٢٤ ساعة .

٤٨٩,٦ X ٠,٨٣٠ = ٥٩٠ جرام من الكربوهيدرات

١٠٥,٤ X ٢,٠٣٠ = ٥١,٩ جرام من الدهون

من ذلك نجد أن عملية الأيض الغذائي التي تمت في ٢٤ ساعة استهلكت ٨١,٨ جرام من البروتين، ٥٩٠ جرام من الكربوهيدرات، ٥١,٩ جرام من الدهون .

وبقياس الأيض الغذائي، نستطيع أن نقدر كمية الطاقة في الجسم، وهذه الطاقة على

صورة حرارة تنطلق نتيجة لهذه العملية، وتقاس بالكيلو سعر (Kilocalories).

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من البروتين = ٤,١ كيلو سعر.

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من الكربوهيدرات = ٤,١ كيلو سعر.

الحرارة المنطلقة نتيجة تأكسد ١ جرام من الدهون = ٩,٣ كيلو سعر.

إنتاج الحرارة Heat Production:

تنتج عن عمليات التفكك المصحوبة بإنتاج طاقة مثال تحويل الطاقة الكيميائية إلى حركة.

معظم الطاقة الناتجة تتحول إلى حرارة، ٢٠ - ٢٥٪ تتحول إلى طاقة ميكانيكية.. والصورة النهائية هى إنتاج حرارة إلى الوسط الخارجى.

والطاقة الميكانيكية تنطلق خلال انقباض القلب، ومسئولة عن حركة الدم، ومن الممكن أن تتحول إلى حرارة.

ويمكن قياس كمية الطاقة المنطلقة (liberate energy) عن طريق مباشر (direct) أو غير مباشر (indirect)، ويعبر عنها بوحدة الحرارة سعر أو كيلو سعر (Kilocalories).

أ - القياس المباشر (direct calorimetry) عن طريق جهاز يقدر كمية الطاقة المنطلقة من الجسم، وبحساب الأيض الغذائى يمكن حساب الحرارة الناتجة. ويسمى الجهاز Calorimeter chamber.

ب - القياس غير المباشر هو تبادل الغازات (Gas exchange).

إن مصادر الطاقة فى الجسم هى عمليات الأكسدة، والتى يستهلك فيها الأكسجين، وينتج ثانى أكسيد الكربون، وبهذا يمكن حساب الطاقة عن طريق تبادل الغازات، وذلك عن طريق الأكسجين الممتص إلى نسبة ثانى أكسيد الكربون المنطلق، ويستخدم فى هذه التجربة جهاز respiration chamber.

ومن الشائع استخدامه استخدام غطاء mask متصل بحقيبة متصلة بالهواء. ومثبت

بها صمام يستطيع الفرد أن يتنفس ويطرد الهواء فى الحقيبة .

ويجمع الهواء المنطلق ويقاس حجمه فى الحقيبة بواسطة جهاز للقياس مزود بالحقيبة وتقاس نسبة محتواه من الأكسجين إلى ثانى أكسيد الكربون .

يستخدم الأكسجين الممتص فى أكسدة ١ جرام من البروتين والدهون والكربوهيدرات، وتختلف كمية الحرارة المنطلقة باختلاف المادة .

كمية الأكسجين المستهلكة لأكسدة ١ جرام من الكربوهيدرات = ٠,٨٣٠ لتر من الأكسجين، وتنطلق حرارة = ٤,١ كيلو سعر حرارى، وإذا استهلك ١ لتر من الأكسجين ينتج حوالى ٥,٠٥ كيلو سعر .

يستهلك تأكسد ١ جرام من البروتين حوالى ٠,٩٧٠ لتر من الأكسجين، وتنطلق حرارة = ٤,١ كيلو سعر، وبالتالى فإن الأكسجين يستخدم لأكسدة البروتين تنتج حرارة = ٤,٤٦ كيلو سعر حرارى .

وإذا استهلك ١ لتر من الأكسجين لأكسدة الدهون، تنتج حرارة = ٤,٧٤ كيلو سعر حرارى .

المادة التى تتأكسد فى الجسم	أكسدة ١ جرام		الحرارة المنطلقة عند استهلاك لتر من الأكسجين
	الحرارة المنطلقة	الأكسجين المستهلك	
البروتين	٤,١	٠,٩٧٠	٤,٤٦
الدهون	٩,٣	٢,٠٣٠	٤,٧٤
الكربوهيدرات	٤,١	٠,٨٣٠	٥,٠٥

*N.B. : K.J. = 4.1843 K. Cal.

الماء (Water)

للماء أهمية كبيرة في جسم الإنسان والحيوان، وذلك للأسباب الآتية:

أ – ينقل نواتج الهضم كمحلول مائي إلى الدم.

ب – ينقل المواد الإخراجية من أنسجة الجسم المختلفة إلى أجهزة الإخراج على صورة محلول مائي.

جـ – السعة الحرارية للماء عالية؛ فهو يمتص كميات كبيرة من الحرارة، دون أن تتغير حرارته لدرجة ضارة بالجسم.

د – الماء موصل جيد للحرارة بالنسبة للسوائل الاخرى، وهذا يساعد على توزيع الحرارة بالتساوى في أجزاء الجسم المختلفة، هذا بالإضافة إلى عمل الدورة الدموية، التي تساعد أيضاً على توزيع الحرارة بالتساوى في الجسم.

هـ – الحرارة الكامنة لتبخر الماء عالية، فإذا فقد الجسم كمية قليلة من الماء بالتبخر (كما يحدث في العرق) صحب ذلك امتصاص كمية من حرارة الجسم؛ فالسنتيمتر المكعب من الماء يحتاج لتبخره إلى ٥٨٠ سعر.

ويكون الماء حوالى ٩٠٪ من وزن الجسم في حالة الأطفال أو الحيوانات صغيرة السن، كما يكون الماء ٦٠ – ٧٠٪ من وزن الجسم في الإنسان البالغ.

ويوجد في جسم الرجل متوسط الحجم ٤٧ لتر ماء موزعة في جسمه كالآتي:

٣٤ لتراً داخل الخلايا – ١٠ لترات خارج الخلايا – ٣ لترات في بلازما الدم.

هذا.. وتتراوح كمية الماء اللازمة لاحتياجات الجسم بين ٦ – ٨ لترات في الشتاء في اليوم، ٨ – ٩ لترات في فصل الصيف، طبقاً للمجهود والعمر والسن ودرجة الحرارة، ويدخل في نطاق ذلك جميع السوائل التي يتناولها الفرد سواء ماء أو عصائر أو مشروبات أو كمية الماء الموجودة في المواد الغذائية أثناء الطهى والحساء، وغيرها من

مصادر الماء الأخرى. وبالتالى.. فإن الكمية التى يحتاجها الجسم كماء فقط (potaple water) تتراوح بين ١,٥ – ٢ لتر فى الشتاء، ٢ – ٢,٥ فى الصيف.

– **يدخل الجسم فى اليوم حوالى ٦ لتر من الماء بيانها كالتالى :**

١ لتر مع اللعاب.

١,٥ – ٢ لتر فى العصير المعدى.

٠,٧٥ – ١ لتر فى العصارة الصفراوية.

٠,٦ لتر فى العصارة البنكرياسية.

١ لتر من السوائل الداخلية (المخاطية).

وبالإضافة إلى ٢ لتر ماء شرب فى اليوم (drinking water).

وإذا فقد جسم الإنسان ١٠٪ من مائه، اختلت وظائفه الفسيولوجية. وإذا وصل هذا النقص إلى ٢٠٪ أدى ذلك إلى الموت. ولكى يبقى الإنسان بحالة صحية، لابد أن يدخل الجسم كمية من الماء مساوية لما يفقده، أى إن الجسم لابد أن يبقى فى حالة اتزان مائى (water balance).

ينتج الماء من أكسدة المواد الغذائية بالجسم.

ويخرج الماء من الجسم على صورة:

١ – البول.

٢ – ماء فى الزفير.

٣ – ماء فى البراز.

٤ – ماء متبخر من الجلد.

هذا.. ويوجد الجسم دائمًا فى حالة اتزان مائى، وعند زيادة فقد الماء مع عدم تعويضه، يحدث جفاف للجسم، ويلاحظ ذلك فى حالات القىء المستمر وبعض الأمراض التى تسبب القىء والإسهال مثل الكوليرا. وفى الحالات الشديدة قد تنتج

حالات الوفاة. وعند قلة فقد الماء من الجسم، كما هو الحال فى مرض الكلى ونقص البروتين وضعف القلب.. فإن الماء يتراكم فى الجسم ويتجمع فى الفراغ البطنى؛ ولذلك يلاحظ تورم فى بعض المناطق مثل الوجه والساقين ونجد أيضاً أن الإفراط الشديد فى تناول الماء يؤدى إلى حالات التسمم المائى، التى تتميز بانخفاض درجة حرارة الجسم والقىء وكثرة البول والارتعاش، ثم يعقبه بعد ذلك إغماء يؤدى إلى الموت.

ب - امتصاص الماء وتكوين البول

Water absorption and urine formation

يستخلص البول من الدم بعملية ترشيح دقيقة (Ultrafiltration)، تعقبها عملية امتصاص مختارة (Selective reabsorption)، وتقوم الأنابيب الكلوية (النيفرون Nephron) بعملية تكوين البول. ويوجد بكل كلية إنسان حوالى مليون أنبوبة كلوية، وطول الأنبوبة الكلوية حوالى ٥ سم، وللأنبوبة الكلوية طرف مسدود يكون على صورة حوصلة، منبعج جانبها الطرفى إلى الداخل، وتعرف بحويصلة بومان Bowmans capsule ، وتؤدى هذه الحويصلة إلى أنبوبة كثيرة الالتواء، تعرف بالأنبوبة الملتوية القريبة (Proximal convoluted tubule)، وهذه تؤدى إلى انبوبة ضيقة نسبيًا ومستقيمة، تعرف بالجزء الهابط من ثنية هنلى (Descending loop of Henli)، يليها جزء ضيق آخر، يسير موازياً للجزء السابق، ويعرف بالجزء الصاعد من ثنية هنلى (Ascending loop of Henli)، وهذه تؤدى إلى أنبوبة كثيرة الالتواء، تعرف بالأنبوبة الملتوية البعيدة (Distal convoluted tubule)، التى تفتح فى نهايتها الأنبوبة الجامعة (Collecting tubule)، ويصل لكل حويصلة من حويصلات بومان فرع صغير من الشريان الكلوى، يعرف بالشريان الداخلى (Afferent arteriole)، الذى ينقسم فى تجويف الحويصلة إلى شعيرات، يتراوح عددها بين ٥ - ٦ أفرع تكون جدرانها ملاصقة لجدار الحويصلة الداخلى، وتعرف بالجلوميريولاس (glomerulus)، ثم تتجمع هذه الأفرع ثانياً لتكون الشريان الخارجى (efferent arteriole)، الذى سرعان ما يتفرع ثانياً إلى شعيرات دموية كثيرة، تسير ملاصقة للأجزاء الأخرى من الأنبوبة الكلوية، وبذلك يسهل التبادل بين

محتويات السائل، الذى يمر فى أجزاء الأنابيب الكلوية، ومحتويات الدم الذى يمر فى هذه الشعيرات، ثم تتجمع هذه الشعيرات تدريجيًا؛ لتكون فى النهاية الوريد الكلوى.

وفى عملية البول، تعمل جدران الشعيرات الدموية المكونة للجلوميريولاس وجدار الحويصلة الملاصق لهذه الشعيرات كمرشح (filter)، يسمح بمرور كل محتويات الدم، التى يقل وزنها الجزيىء عن ٦٨٠٠٠ إلى تجويف الأنبوبة الكلوية. ولكنها تحول دون مرور المواد التى وزنها الجزيئ أكبر من ذلك، وباستعمال الميكروسكوب الإلكترونى، اتضح أن هناك ثقوباً قطرها ٠,١ ميكرون يتم عن طريقها عملية الرشح هذه؛ فيمر بذلك من الدم إلى تجويف الأنبوبة الكلوية الماء والمواد الغذائية (كالجلوكوز والأحماض الأمينية والأملاح المعدنية)، والمواد الإخراجية كالبولينا (Urea)، وحامض البوليك (Uric acid) والكرياتينين (Creatinine)، فى حين أن الكرات الدموية وبروتينات الدم لا تستطيع المرور لكبر حجمها، وإن كانت هناك أمراض، نشأ عنها تفكك فى الكرات الدموية الحمراء وانطلاق الهيموجلوبين فى الدم.. فإن الهيموجلوبين يمر ضمن المواد المرشحة؛ لأن الوزن الجزيئ للهيموجلوبين هو ٦٧٠٠٠.

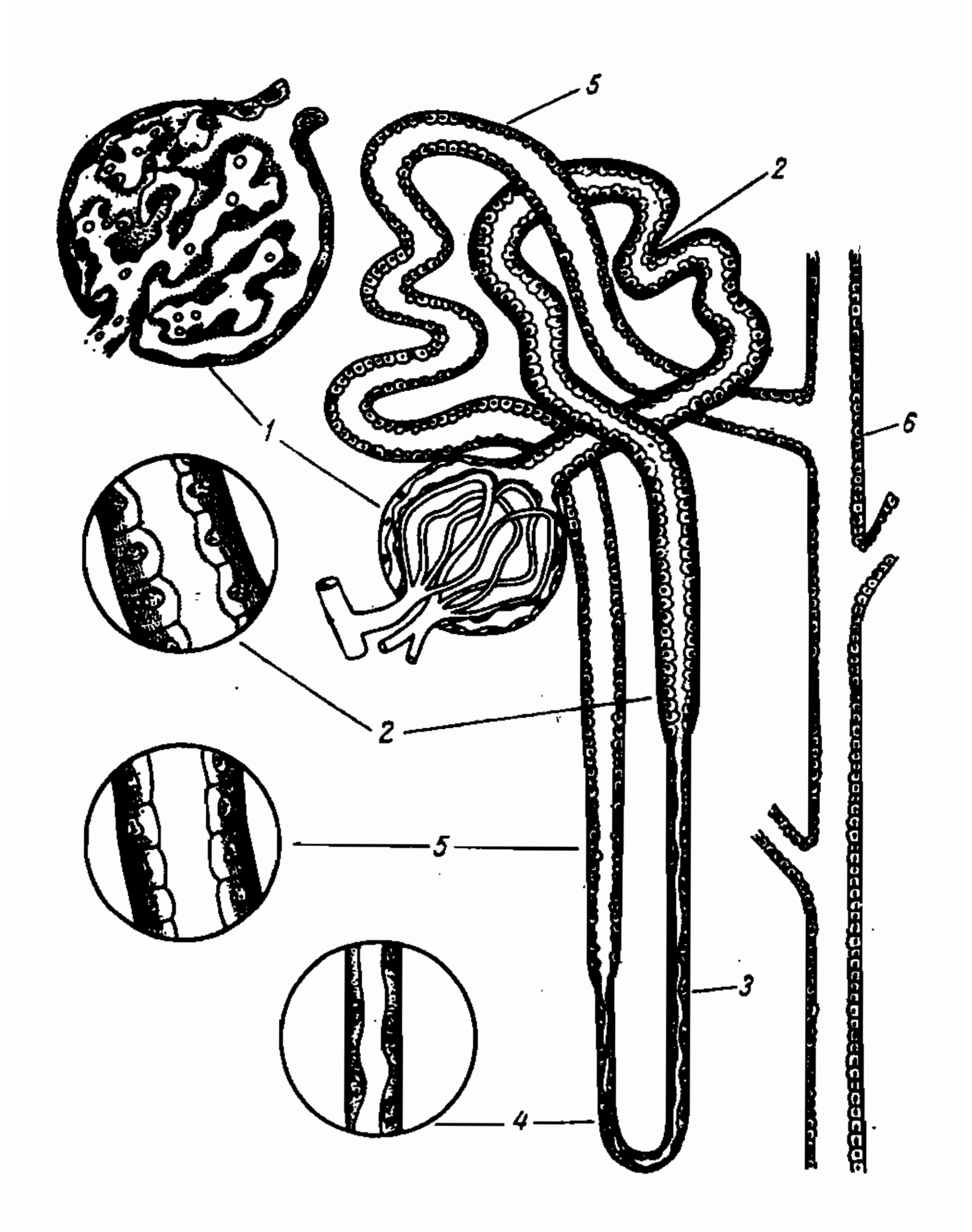


Diagram of the struture of a nephron (after Smith):

1 - glomerulus; 2 - proximal convoluted tubule; 3 - descending limb of Henle's loop; 4 - ascending limb of Henle's loop; 5 - distal convoluted tubule; 6 - collecting tubules. The structure of the epithelium in the different portions of the nephron is shown in the cricles.

تأتى الطاقة اللازمة لعملية الترشيح من ضغط الدم الشريانى فى شعيرات الجلوميريولاس. وأثناء مرور السائل المرشح فى الأنبوبة الكلوية، تقوم خلايا الأنبوبة الكلوية بعملية امتصاص مختارة (Selective reabsorption) لبعض محتويات هذا السائل حسب حاجة الجسم إليها – فالمواد الغذائية يعاد امتصاصها جميعها، أما إعادة امتصاص الأملاح المعدنية فيختلف كثيراً، ويتوقف ذلك على تركيز هذه الأملاح فى بلازما الدم. أما المواد الإخراجية فجزء صغير جداً منها يعاد امتصاصه. أما عن الماء، ففى الظروف العادية يعاد امتصاص أكثر من ٩٩٪ من الماء، الذى يوجد فى السائل، الذى يرشح داخل الأنبوبة الكلوية فيعاد امتصاص ١٦٨,٥ لتر من ١٧٠ لتراً، التى تمر إلى الأنبوبة الكلوية فى ٢٤ ساعة، ويخرج فقط ١,٥ لتر على صورة بول يوميا – ويحدث امتصاص الماء بواسطة خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة والأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة – ويحدث امتصاص ٨/٧ الماء بالأنبوبة الملتوية القريبة، أما امتصاص الماء فى الأنبوبة الملتوية البعدية والأنبوبة الجامعة، فينظمه هرمون يعرف، بالهرمون المانع لإدرار البول Antidiuretic hormone، الذى يفرزه الفص الخلفى للغدة النخامية. ويؤدى نقص إفراز هذا الهرمون إلى عدم امتصاص الماء بواسطة الأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة، بما يؤدى إلى زيادة حجم البول، وقد يصل إلى ٢٢,٥ لتر يومياً، وتعرف هذه الحالة بمرض إدرار البول (diabetes insibidus). ومن ناحية أخرى، فإن نقص كمية الماء بالجسم تعمل على زيادة إفراز هذا الهرمون؛ فيزيد بذلك امتصاص الماء بواسطة الأنبوبة الملتوية البعيدة والأنبوبة الجامعة، ويؤدى ذلك إلى نقص حجم البول، وقد يصل هذا النقص لدرجة أن يصبح حجمه ٣٠٠ مليلتر يومياً، وهذا هو أقل حجم يمكن أن يصل إليه البول ليستطيع نقل المواد الإخراجية.

يحدث امتصاص كل الجلوكوز بواسطة الأنابيب الكلوية فى الأحوال الطبيعية، ولكن قدرة خلايا الأنابيب الكلوية على امتصاص الجلوكوز وإعادته للدم محدودة، فإن زادت كمية الجلوكوز عن ١٨٠ مليجرام فى كل مائة مليمتر من الدم، تعذر على خلايا الأنبوبة الكلوية امتصاص الجلوكوز كله، ويبقى جزء منه يخرج فى البول؛ ففى مرض السكر عند عدم علاج المريض تزيد كمية الجلوكوز فى الدم كثيراً، ولذلك يظهر فى البول.

كما يتم امتصاص كل بيكربونات الصوديوم بواسطة خلايا الأنبوبة الكلوية.

ويتناول الإنسان عادة كميات أكثر من حاجة جسمه من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام)؛ ولذلك يوجد هذا الملح عادة فى البول، وتتراوح كميته بين ١٠ - ١٥ جرام يومياً، ويفقد الإنسان كلوريد الصوديوم أيضاً فى العرق، وإذا نقص هذا الملح فى الجسم عن المعدل الطبيعى.. فإن إعادة امتصاص هذا الملح تكون كاملة، ولا يخرج منه شيء فى البول. وفى الأحوال الطبيعية، تمتص خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة كلوريد الصوديوم، ويمتص الباقى بخلايا ثنية هنلى والأنبوبة الملتوية البعيدة، وينظم هذا الامتصاص الأخير هرمون الألدوستيرون Aldosterone، التى تفرزه قشرة غدة فوق الكلية، أما أيون البوتاسيوم فيعاد امتصاصه بخلايا الأنبوبة الملتوية القريبة.

وأهم المواد الإخراجية فى بول الإنسان، هى: البولينا وحامض البوليك والكرياتينين.

ويخرج الجسم حوالى ٣٠ جرام بولينا يوميّاً، وتتكون البولينا فى الكبد من الأمونيا، التى تنتج من عملية إزالة الأمونيا deamination للأحماض الأمينية الزائدة بالجسم، وتتوقف الكمية التى يخرجها الجسم من البولينا يومياً على كمية ما يتناوله الإنسان من البروتين، وما يحتاج إليه من الأحماض الأمينية للنمو ولإصلاح وتعويض الأنسجة، كما أن أملاح الأمونيا التى يتناولها الإنسان فى الطعام تتحول أيضاً إلى بولينا، والمستوى الطبيعى للبولينا فى الدم هو ٣٠ مليجرام فى كل ١٠٠ مليلتر من الدم. وعندما يتعطل عمل الكلية فى الجسم، ترتفع نسبة البولينا فى الدم، وتعرف الحالة بتسمم البولينا (Uraenemia).

تتراوح كمية حامض البوليك فى الدم من ٢ - ٣ مليجرام فى كل ١٥٠ مليلتر من الدم، وقد يصل ما يخرجه الجسم من حامض البوليك ٢ جرام يوميا.

أما الكرياتينين فينتج من كرياتينين العضلات، وتتوقف الكمية التى يخرجها الجسم يوميا على حجم العضلات بالجسم؛ فهى تزيد فى الرجال ذوى العضلات المفتولة عنها فى النساء والأطفال، بالإضافة إلى ذلك فهناك مركبات البيورين purine والزانثين Xan-thine والهيبوزانثين Hypoxanthine والأدنين adenine وحامض الهيبوريك Hipuric والإنديكان indican، الذى ينشأ من تأثير بكتريا الأمعاء على الأندول indol، يزيد

الإنديكان كثيراً في البول في حالات انسداد الأمعاء Intestinal obstruction.

بالإضافة إلى المواد الإخراجية التي تتكون بطريقة الترشيح في حوصلة بومان، فهناك مواد تفرزها خلايا الأنابيب الكلوية إلى تجويف الأنابيب، مثال ذلك البنسلين وحمض البارا أمينوهيبوريك Para-aminohipuric acid، أما أيون البوتاسيوم فعلى الرغم من أنه يمتص من السائل المرشح بواسطة خلايا الأنبوبة الملتوية القريبة، إلا أنه يفرز ثانياً من خلايا الأنبوبة الملتوية البعيدة إلى تجويف الأنبوبة الكلوية، ولخلايا الأنابيب الكلوية القدرة كذلك على إفراز أيون الأيدروچين وأيونات الأيدروكسيد؛ وبذلك فهي تستطيع أن تغير درجة التركيز الأيدروچيني (pH) للسائل البولي من ٧,٤، وهي درجة تركيز الأيدورچين في الدم إلى درجة تتراوح بين ٤,٥ ، ٨,٥، وهذا مدى تغير درجة التركيز الأيدروچيني للبول.

طريقة تكوين البولينا :

ن يد $_{٤}$ + ك أ$_{٢}$ + ادينوسين ثلاثي الفوسفات ← فوسفات الكرباميل

فوسفات الكرباميل + ارنيثين ← سترولين

سترولين + اسبرتات + أدينوسين ثلاثي الفوسفات ←

أرجينينوسكسينات

أرجينينوسكسينات ← فيوميرات + أرجنين

أرجنينين ← أرنيثين + بولينا

طريقة تكوين حامض البوليك :

٣ ن يد $_{٤}$ + ك أ$_{٢}$ + جليسين + فورمات + ريبوز فوسفات ←

(من الجلوتامين)

حامض الأينوسنيك ← أينوسين ← هيبوزانثين ← زانثين ← حامض بوليك

الموصلات العصبية Neurotransmitters

ثبت من الدراسات التى أجريت ان الغذاء له علاقة وثيقة بتكوين الموصلات العصبية ونشاطها فما هى الموصلات العصبية؟

فى عام ١٩٥٨ وضع العالم الكس Elkes قواعد لأى مادة تلعب دوراً فى التوصيل العصبى فى الجهاز العصبى المركزى؛ **أى لابد أن تنطبق عليها بعض الشروط لكى تكون من الموصلات العصبية، وهذه الشروط هى:**

أ – لابد من وجود هذه المادة داخل الجهاز العصبى المركزى، وأن تختلف فى تركيزها تبعاً للحالة الوظيفية لها.

ب – لابد من وجود إنزيم خاص بتكوينها وتكسيرها فى المناطق التى توجد بها.

جـ – الإنزيمات التى تثبط من عمل هذه الموصلات من الممكن تعيينها، إما عن طريق عملها أو عن طرق كميائية.

د – عند إعطاء هذه المواد عن طريق الحقن مثلاً، فلابد ان تعطى تاثيراً مشابها لوظيفتها داخل الجهاز العصبى.

هذا... وقام العلماء باكتشاف حوالى ٣٠ – ٤٠ مادة، تعمل فى المخ كموصلات عصبية أو ناقلة للومضة العصبية، وتنقسم إلى :

١ – الأحماض الأمينية Amino acids :

يحتوى الجهاز العصبى على بعض الاحماض الامينية مثل الجلوتامات (Glutamate)، وحمض جاما امينو بيوتريك (GABA)، والجليسين (Glycine)، والآلانين (Alanine)، والاسبارتات (Aspartate)، وهذه المواد لها خاصية الموصلات العصبية؛ بمعنى أن لها المقدرة على توصيل الإشارات العصبية، وتنقسم إلى مهبطات Inhibitory، ومنشطات Excitatory؛ فمثلاً الجابا (GABA) والجليسين والآلانين تعمل كمهبطات للجهاز العصبى المركزى، وتساعد على زيادة مرور الكلور فى العضلات، وتوجد الجابا

(GABA) فى مناطق المخ والحبل الشوكى وتتركز فى القشرة المخية وقرين آمون والانتفاخ الشمى. ويوجد الجليسين فى الحبل الشوكى. هذا وتوجد الجلوتامات والأسبارتات بكمية كبيرة فى المخ، وتعمل كمنشطات للجهاز العصبى المركزى. ومما يستحق الذكر أن هذه المواد تعتبر المكونات الأولية للبروتينات.

٢ - البتيدات Peptides :

وتشمل الأندورفين Endorphine والكوليسيستوكينين Cholysistochinine

٣ - الاستيل كولين Acetyl choline :

يحتوى الجهاز الباراسمبثاوى على الاستيل كولين، ويوجد عند اتصال الخلية العصبية المنشطة، ويزيد من نفاذية غشاء الخلية لأيونات الصوديوم.

٤ - أحاديات الأمين أو الكاتيكول أمين Monoamines or Catecholamine :

وهذه المجموعة تشمل الدوبامين Dopamine، والنورابينفرين Norepinepherine، والابينفرين Epinephrine، والسيروتونين Serotonine.

وهذه الموصلات العصبية تتكون داخل الخلية العصبية من المواد الأولية لها، والتى يجب أن تؤخذ مع الغذاء.

وهناك عوامل عديدة تتوقف على قدرة الخلية العصبية لتكوين الموصلات العصبية من الوجبة الغذائية، منها :

أ - إن المادة الأولية أو الأساسية اللازمة لتكوينها لا تتكون فى المخ.

ب - يختلف محتوى البلازما منها باختلاف المحتوى الغذائى لها.

جـ - يتناسب معدل وصول المادة الأولية إلى المخ مع معدل تركيزها فى البلازما.

د - يكون الإنزيم الخاص بتحويل المادة الأولية إلى موصلات عصبية غير متشبع Unsaturated؛ بمعنى أنه إذا وجدت المادة الأولية.. فإنه يستطيع أن يسرع من عملية تحويلها.

هـ - لا يتأثر الإنزيم الذى يتحكم فى تكوين الموصلات العصبية بتكوينها؛ أى لا يقل فى نشاطه إذا ما تكونت المادة العصبية Feedback mechanism .

وسوف نقوم بدراسة العلاقة بين الغذاء وبعض هذه الموصلات العصبية.

١ - الاستيل كولين Acetyl choline :

يتكون الاستيل كولين من الكولين وأستيل مرافق الإنزيم (أ) حيث يدخل الكولين إلى المخ عن طريق الجهاز الناقل Transport system، الذى يسمح له بالمرور من حاجز المخ (Blood brain barrier) إلى الخلية العصبية؛ حيث يوجد الإنزيم الناقل للكولين Choline transferase، الذى يساعد على نقل أيون الاسيتات من الاستيل مرافق الإنزيم (أ) إلى جزىء الكولين، وينتج عن ذلك جزىء الاستيل كولين ومرافق الإنزيم (أ).

Acetyl Co A + Choline .... Acetylcholine + Co A.

والكولين الضرورى لتكوين الاستيل كولين يأتى من مصدرين: كولين يصنع فى الكبد، وكولين يأتى من الوجبة الغذائية، وهو يوجد فى الدهون المفسفرة (الليسيثين)، وأهم مصادره البيض والأسماك والكبد والقمح. والليسيثين الذى يوجد فى الطعام يمتص من الطبقة المخاطية للأمعاء؛ حيث يحدث له تميؤ (Hydrolysis) ليعطى كولين.

ومن هنا تعمل الوجبة التى تحتوى على كولين أو ليسيثين على زيادة الكولين فى البلازما؛ وحيث إنه من السهل أن يعبر حاجز المخ، وبالتالى تزداد نسبته داخل المخ.. فإن ذلك يؤدى إلى زيادة تكوين الاستيل كولين فى الخلية العصبية. وعند وصول الومضة العصبية إلى ما قبل التشابك العصبى Presynaptic يزيد من نفاذية الغشاء الخلوى لأيونات الكالسيوم؛ ونتيجة لهذا التيار من أيونات الكالسيوم، ينتشر الاستيل كولين فى الفجوة العصبية إلى ما بعد التشابك العصبى Postsynaptic؛ فيزيد من نفاذية الغشاء لأيونات الصوديوم، كما عرفنا سابقاً.

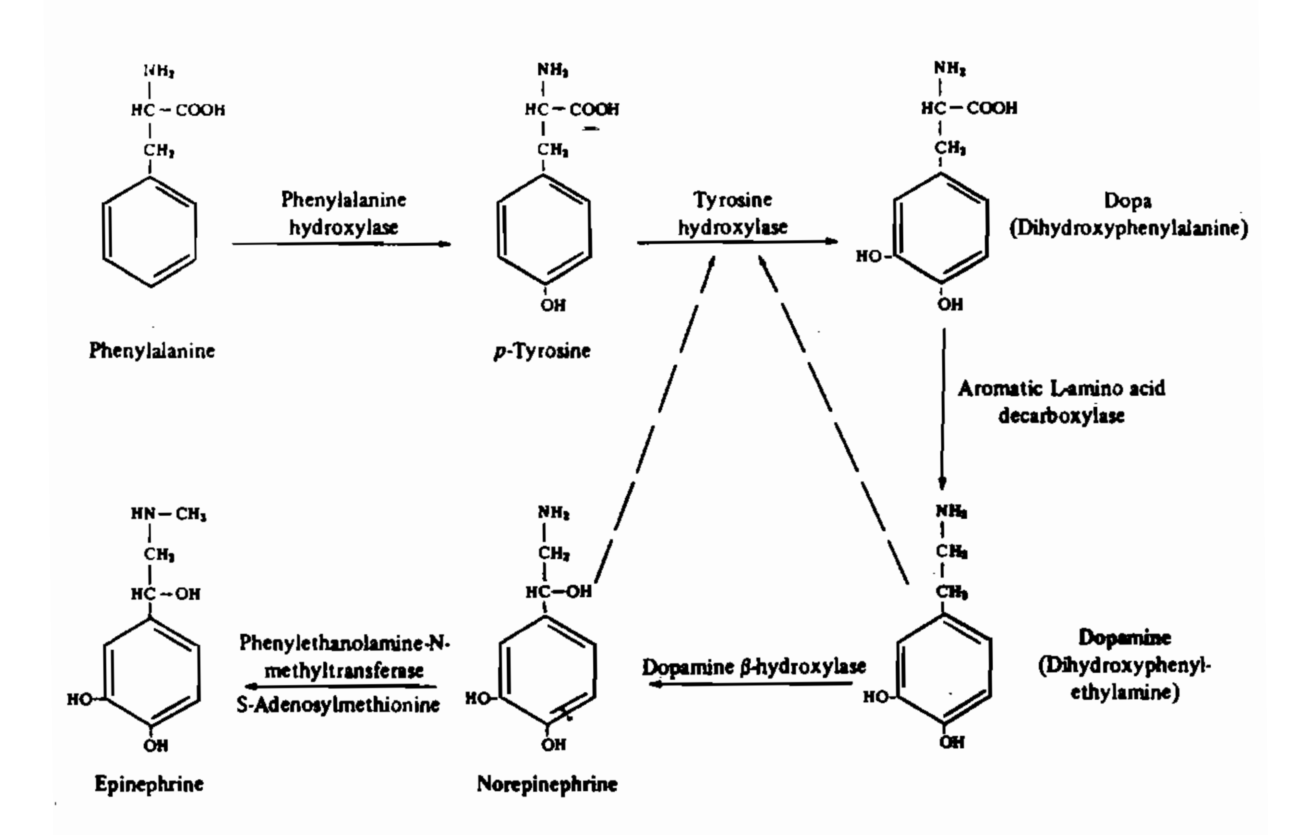
ولإعادة الغشاء العصبى إلى وضعه، يزال الاستيل كولين عن طريق تكسيره بواسطة إنزيم خاص به، والمعروف باسم الاستيل كولين استيريز Acetylcholine esterase، وبعض

منه يؤخذ عن طريق ما قبل التشابك العصبى reuptake.

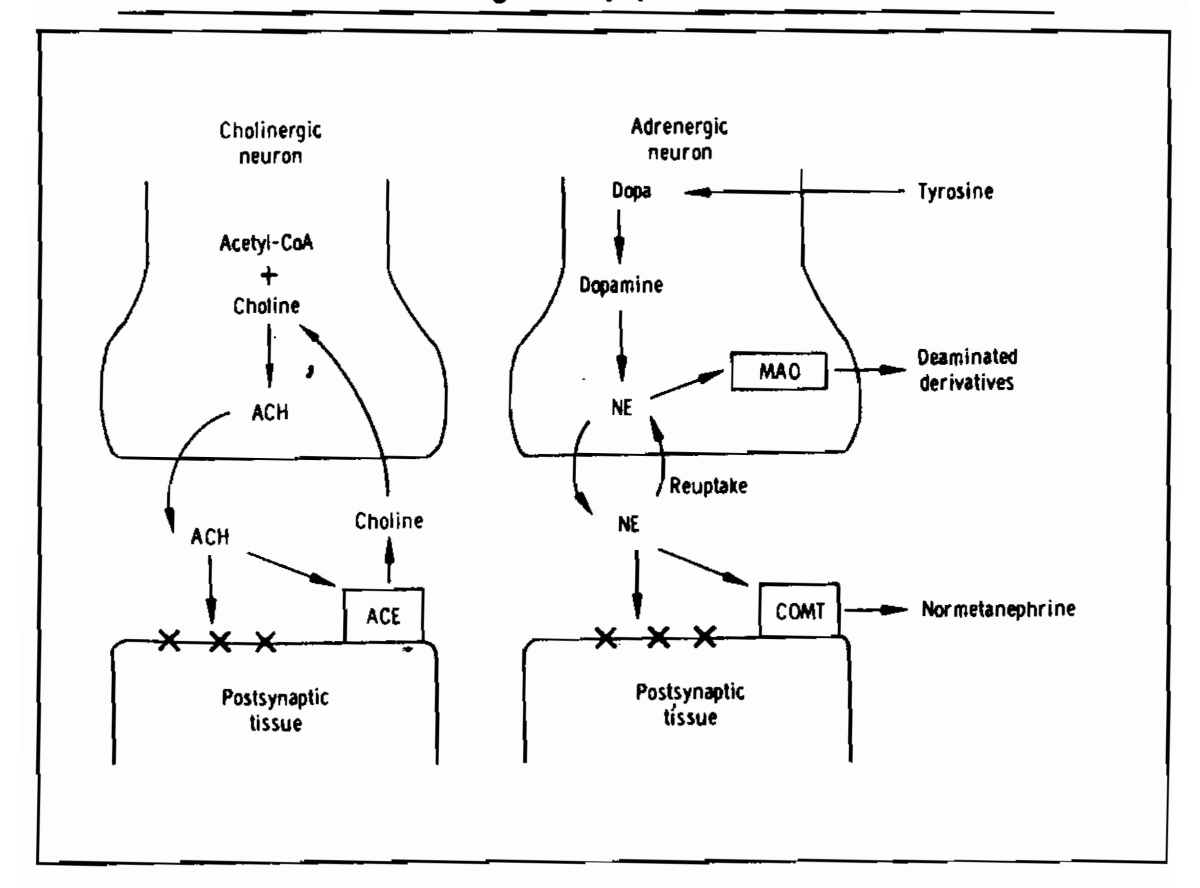
ومن هنا نجد ان الوجبة التى تزيد من الأستيل كولين من السهل أن تعالج بعض الأمراض العصبية المرتبطة بنقصه فى المخ. وهناك بعض العقاقير التى تعطى لتعالج هذه الحالة، ولكن مدى تأثيرها يعتبر قصيراً، ومن الممكن أن تعطى بعض الآثار الجانبية مثل القيء والدوخة وتبلد فى العقل. ولكن إعطاء الكولين فى الوجبة الغذائية يعطى مفعول طويل المدى، مع قليل من الآثار الجانبية.

٢ - الكاتيكول أمين Catecholamine :

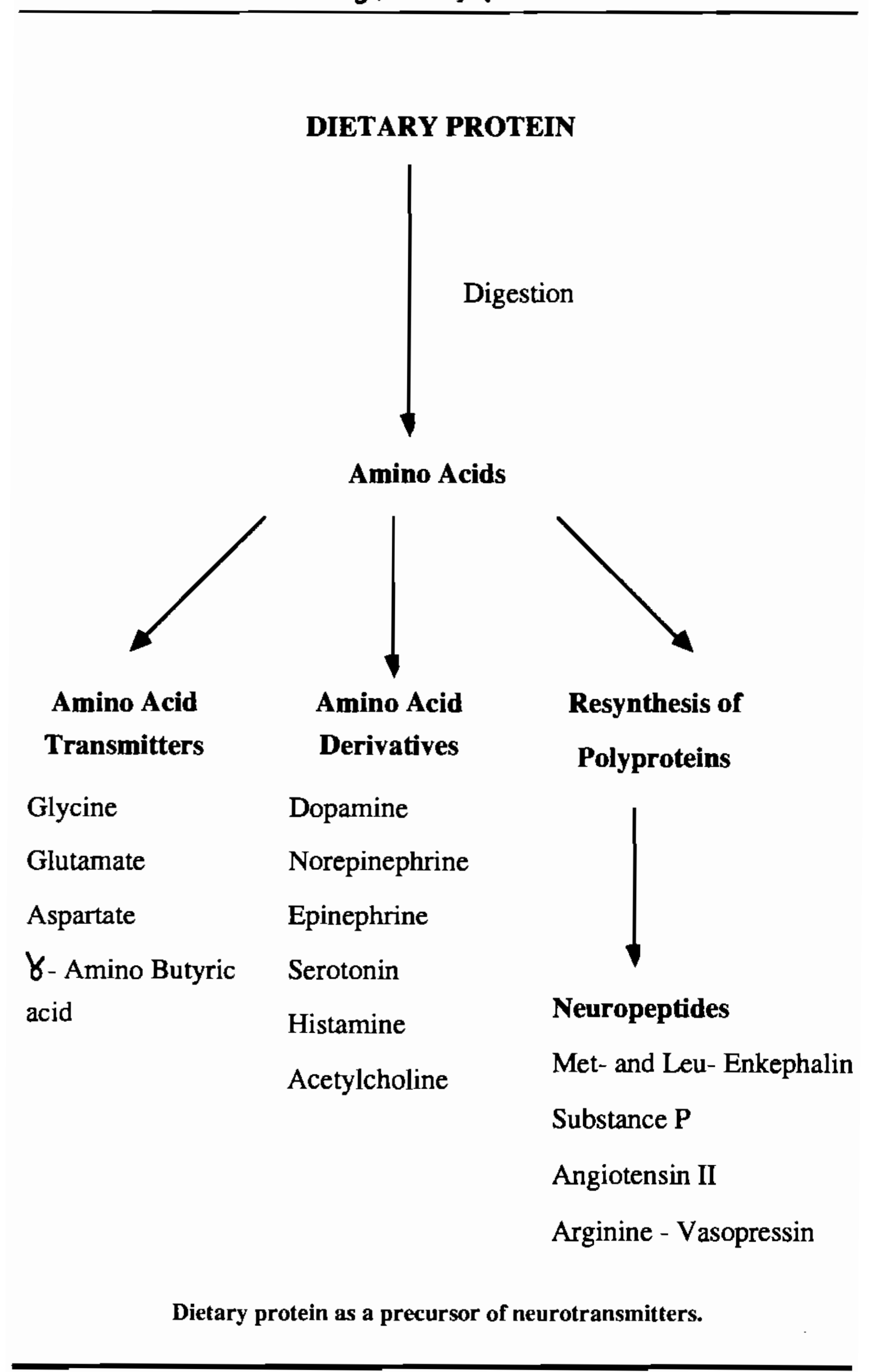
يتكون الدوبامين والنورابينفرين والابينفرين فى المخ وفى نهايات الأعصاب ونخاع الغدة الكظرية، وتبدأ عملية التكوين بالحمض الأمينى التيروسين (Tyrosine)، ويأتى من الوجبة الغذائية المحتوية على البروتينات، ويتحول التيروسين بإضافة مجموعة الهيدروكسيل OH (أيد) إلى الدوبا عن طريق التيروسين هيدروكسيلاز Tyrosine hydroxylase، ثم تحدث إزالة مجموعة الكربوكسيل من الدوبا لتتحول إلى دوبامين، ثم إضافة مجموعة الهيدروكسيل؛ ليتحول الدوبامين إلى النورابينفرين، الذى يتحول بدوره إلى ابينفرين بإضافة مجموعة الميثيل.



Biosythesis of catecholamines



Comparison of the biochemical events at cholinergic with those at adrenergic endings. ACH, acetylcholine; ACE, acetylcholinesterase; NE, norepinephrine; X, receptor. Note that monoamine oxidase (MAO) is intracellular, so that some norepinephrine is being constantly deaminated in adrenergic endings. Catechol-O-methyltransferase (COMT) acts on norepinephrine after it is secreted.



Dietary protein as a precursor of neurotransmitters.

ويتم تكسير أحاديات الأمين عن طريق إنزيم مؤكسد لأحاديات الأمين Monoamine oxidase، وإنزيم ناقل لمجموعة الميثيل Catechol- O- methyltransferase

الغذاء والدوبامين والنورابينفرين والجابا DA, NE and GABA

تلعب هذه المواد دوراً مهمّاً فى التغذية. وقد أدى حقن حيوانات التجارب بمادة النورابينفرين إلى زيادة التغذية. وقد وجد أن نهايات الأعصاب التى تحتوى على النورابينفرين توجد فى ساق المخ، والجزء المتوسط، والجزء البعيد من المخ، وفى هذه المنطقة توجد مناطق المهاد، وتحت والمهاد البصرى؛ حيث تلعب دوراً مهمّاً فى تنظيم التغذية. وتنظم هذه العملية عن طريق مستقبلات خاصة، وهذه المستقبلات تزيد من الحصول على الكربوهيدرات والدهون والبروتين، وكما يمنع نقص كمية النورابينفرين الإكثار من تناول الطعام.

كما أن نقص الدوبامين يكون مرتبطا بفقدان الشهية، ويؤدى تنشيط مستقبلات الدوبامين إلى زيادة التغذية، وتساعد كذلك الجابا أيضًا فى عملية التغذية.

ونتيجة للدراسات فى هذا المجال فإن جميع الأدوية التى تعالج السمنة (الزيادة فى الوزن) عن طريق فقدان الشهية يكون عن طريق تأثيرها على الجهاز العصبى المركزى. ومنطقة تحت المهاد البصرى فى المخ هى المسئولة عن تنظيم الشهية، وأى ضرر يصيب الجزء الأوسط منها يؤدى إلى التهام الطعام والوزن الزائد، وأى ضرر يصيب الجزء الجانبى منها يؤدى إلى فقدان الشهية للطعام ونقص فى الوزن.

٣ - السيروتونين Serotonin:

إن الخطوة الأولى فى تكوين السيروتونين هو الحصول على الحمض الأمينى تربتوفين (Tryptophane). ويدخل التربتوفين المخ داخل الخلية العصبية؛ فيتحول إلى ٥ - هيدروكسى تربتوفين بإضافة الهيدروكسيل، ثم يتحول هذا المركب إلى السيروتونين عن طريق إزالة مجموعة الكربوكسيل.

إضافة　　　　　　إزالة

تربتوفين ← ٥ هيدروكس تريبتوفين ← سيروتونين

OH　　　　　　(Coo)

وقد وجد أن محتوى المخ من التربتوفين وتكوين السيروتونين يتناسب مع محتوى البلازما من التربتوفين. ومن ذلك نجد أن ارتفاع نسبة التربتوفين فى البلازما يؤدى إلى ارتفاع نسبته فى المخ، وبالتالى يزيد من تكوين السيروتونين. ومن هنا نجد أن إعطاء وجبة تحتوى على نسبة عالية من البروتين تحتوى على تريبتوفين تؤدى إلى ارتفاع نسبة المخ من السيروتونين.

وعلى العكس من ذلك.. فقد وجد فى فئران التجارب أن إعطاء وجبة بها نسبة عالية من البروتين للفئران الصائمة، تؤدى إلى انخفاض السيروتونين فى المخ، وذلك لوجود التربتوفين بنسبة ضئيلة بالنسبة لباقى الأحماض الأمينية المتعادلة (LNAA). ولتفسير ذلك، فإن التربتوفين يتنافس مع الأحماض الأمينية الأخرى NAA ليعبر حاجز المخ. ولذلك.. فإن تناول وجبة غذائية عالية القيمة من البروتين يؤدى إلى زيادة محتوى البلازما من الأحماض الأمينية الأخرى عن محتواها من التربتوفين، وهذا يؤدى إلى انخفاض محتوى التربتوفين الذى يدخل إلى المخ؛ وبالتالى يؤدى إلى انخفاض تكوين السيروتونين.

↑ Plasma Tryptophan

Brain　　　Brain

Protein ↑ Other Plasma ↓ Tryptophan ↓ Tryptophan ↓ Serotonin

NAA

ومن دراسات مستفيضة فى هذا المجال، وجد أنه على العكس من ذلك، فإن الوجبة الغذائية المحتوية على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات، تزيد من نسبة التربتوفين. ففى حالة الفئران الصائمة بعد إعطائها وجبة من الكربوهيدرات، فإن هذه الوجبة تؤدى إلى زيادة إفراز الأنسولين، وبالتالى فإن الأنسولين يقلل من محتوى البلازما من الأحماض الأمينية الأخرى بواسطة إدخالها إلى العضلات، ما عدا التربتوفين، الذى يظل فى

البلازما. ونتيجة لهذا التغير الذى يحدثه الأنسولين، فإن محتوى البلازما من التربتوفين يزيد عن محتواها من الأحماض الأمينية الأخرى، وبالتالى تزيد نسبة السيروتونين فى المخ

↑ Plasma
Carbohydrate Tryptophan ↑ Tryptophan ↑ brain ↑ brain
↓ Other Plasma Tryptophan Serotonin
NAA

ومن المهم القول بأن الوجبة الصغيرة التى تحتوى على نسبة عالية من البروتين مثل الكازين تستطيع أن توقف تأثير الكربوهيدرات على محتوى المخ من التربتوفين. وبالتالى.. فإن الوجبة الغذائية المحتوية على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات تزيد من نسبة التربتوفين فى المخ، كما أنها تعتمد أيضاً على وجود عناصر أخرى فى الغذاء.

السيروتونين والسلوك:

وجد أن السيروتونين يلعب دوراً مهمّاً فى النوم والاستيقاظ، وتناول الغذاء، والعدوانية والسلوك الجنسى، وبذلك فإن السيروتونين يرتبط بالحالة النفسية، وأن الوجبة التى تحدث تغيراً فى محتوى السيروتونين تستطيع ان تغير من السلوك. ولتفسير ذلك فإن الدراسات التى أجريت على حيوانات التجارب، أوضحت أن السيروتونين يلعب دوراً مهمّاً فى النوم، وبالتالى فإن انخفاض نسبته داخل المخ يؤدى إلى الأرق، وزيادة كميته داخل المخ تؤدى إلى النعاس أو التخدير، على سبيل المثال فإن تدمير الخلية العصبية التى تقع فى منطقة تحت المهاد البصرى (الهيبوثلامس)، والتى تحتوى على نسبة عالية من السيروتونين يؤدى إلى تقليل النوم أو انخفاض معدل النوم الطبيعى، وعلى العكس فإن زيادة التربتوفين، وبالتالى السيروتونين تؤدى إلى زيادة النوم.

وأيضاً وجد أن زيادة التربتوفين فى الإنسان تؤدى إلى زيادة فى النوم، ويستخدم كعلاج للأرق وأن الجرعة الصغيرة منه تزيد من زمن النوم، وتقلل من حالات الاستيقاظ أثناء النوم فى الإنسان الناضج، وتطيل فترة النوم فى الأطفال حديثى الولادة.

وبما أن الوجبة الغذائية والتى تحتوى على نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات تزيد من

نسبة السيروتونين في المخ. . فإن إعطاء وجبة من الكربوهيدرات يزيد من الشعور بالنوم. ومن هنا نجد أن الإنسان الذى يتغذى على وجبة غذائية بها نسبة مرتفعة من الكربوهيدرات، يكون أقل نشاطاً من الذى يتغذى على وجبة من البروتين، ونتيجة لذلك فإن النشاط الذهني يقل بعد تناول وجبة الكربوهيدرات عن وجبة البروتين.

وبعد دراسات واسعة فى هذا المجال، وجد أن الزيادة فى نشاط الخلايا، التى تحتوى على السيروتونين فى الجهاز العصبى المركزى تؤدى إلى النقص فى تناول المواد، التى تحتوى على نسبة عالية من الطاقة، فى الأفراد الذين يعانون من البدانة. وإن إعطاء بعض العقاقير التى تساعد فى هذا المجال يؤدى إلى انخفاض معدل تناول الطعام، ومن الممكن أن تغير من اختيار الأطعمة المختلفة. هذا. . وقد ثبت أن تقديم وجبة من أطعمة مختلفة تحتوى على كمية السعرات الحرارية نفسها من الكربوهيدرات أو البروتين لأفراد مختلفة عن بعضها عولجوا بدواء **Fenfluramine**، الذى يزيد من نشاط الخلايا المحتوية على السيروتونين يقلل أو يمنع أخذ الوجبة التى تحتوى على الكربوهيدرات. ومن هذا اتضح أنه يمكن علاج البدانة عن طريق زيادة السيروتونين فى الأفراد، الذين يعانون من الرغبة الملحة إلى الكربوهيدرات.

السيروتونين والحالة النفسية:

اكتشف منذ ٢٠ عاماً تقريبا أن السيروتونين يلعب دوراً مهمّاً فى الحالة النفسية. ومن صفات المرضى النفسيين عدم الشعور بالسرور، وعدم انتظام النوم والتعب، وعدم المقدرة على التفكير، وعدم انتظام الغذاء والتفكير فى الموت أو الانتحار. واتضح أن التغير فى محتوى السيروتونين مرتبط بعلامات الكآبة والحزن. ومن هنا فإن الأدوية التى تقلل من نشاط الخلايا المحتوية على السيروتونين (Reserpine) مرتبطة بعلامات الكآبة، والأدوية التى تزيد من نشاط هذه الخلايا (Antidepressant) تستطيع أن تعالج الكآبة. ومن الدراسات على حالات الانتحار الناتجة عن الكآبة، وجد أن خلايا المخ والحبل الشوكى تحتوى على نسبة منخفضة من ٥ – هيدروكسى أندول حمض الخليك (5- HIAA)، والذى يعتبر من أهم نواتج تكسير السيروتونين، وهذا دليل على أن الكآبة نتيجة لانخفاض كمية السيروتونين فى المخ.



الفصل الرابع

الفيتامينات والجهاز العصبى

الفيتامينات والجهاز العصبى

الفيتامينات هى عبارة عن مواد عضوية توجد فى الغذاء بكميات صغيرة، وهى ضرورية للنمو وبقاء الجسم فى حالة صحية جيدة. وجميع الفيتامينات تقريبًا متشابهة؛ لأنها تحتوى على العناصر نفسها من كربون وهيدروجين وأكسجين، وفى بعض الأحيان النتروجين والكوبالت. وهذه العناصر لها ترتيب معين لكل فيتامين، ولذلك تختلف الفيتامينات ويصبح لكل فيتامين وظيفة محددة فى الجسم.

وتُكون الفيتامينات حوالى ١٣ مركبًا عضويًا ضرورياً لتمثيل المواد الغذائية وتساعد على بقاء الحالة الفسيولوجية للجسم ثابتة.

وقد أُستخدمت كلمة Vitamines منذ عام ١٩٠٠؛ حيث وُجد أن بعض المركبات تحتوى على مجموعة الأمين (Amines) التى تُشفى أمراض البلاجرا والأسقربوط، وكلمة Vita تعنى الحياة (Life) ولذلك اشتقت منها كلمة الفيتامين.

وتتميز الفيتامينات بالآتى:

١ - يحتاج الجسم إلى كميات صغيرة منها.

٢ - تلعب دوراً مهماً فى الجسم خلال وقت قصير؛ حيث تعمل كعامل مساعد أو محفز Catalytic؛ لتسهيل باقى العمليات الفسيولوجية الخاصة بالأيض الغذائى.

٣ - معظم الفيتامينات توجد فى الغذاء بكميات صغيرة، وبعضها ينتج عن طريق البكتريا التى توجد بالأمعاء، وفيتامين D يتكون نتيجة تعرض جلد الإنسان للشمس الهادئة.

٤ - الفيتامينات لا تحتوى على سُعرات حرارية، ولا تمد الجسم بالطاقة.

٥ - بعض الفيتامينات لا توجد فى صورتها الفعلية فى الغذاء، ولكنها تتحول بفعل العمليات الكيميائية داخل الجسم إلى صورتها النشطة.

أنواع الفيتامينات :

تنقسم الفيتامينات تبعًا لطريقة ذوبانها؛ فبعض منها يذوب فى الدهون Fat sol Vitamines مثل A -D- E - K . Water sol Vit والآخر يذوب فى الماء مثل C - B complex وسوف نستعرض العلاقة بين نقص بعض أنواع هذه الفيتامينات والجهاز العصبى .

١ - فيتامين ب١ (الثيامين) Thiamine :

يعتبر الثيامين مساعد مرافق إنزيم البيروفوسفات Coenzyme- thiamine- Pyrophosphate.

وهو مهم جداً فى تمثيل المواد الكربوهيدراتية، بالإضافة إلى أهميته فى تكوين وانتشار الموصلات العصبية . ونظراً لأهميته فى هضم الكربوهيدرات وتوليد الطاقة، فلابد من وجوده بكمية مناسبة مع المواد الكربوهيدراتية فى الوجبة، ويحتاج الجسم منه بين ١ :١,٥ مجم فى اليوم، ومن أهم مصادره : البيض - اللحم دون دهن - البندق - الحبوب التى لها قشرة (مثل القمح والأرز) والخميرة .

THIAMIN

Chemical structure of thiamin

ومن أهم علامات نقص هذا الفيتامين هو مرض البرى برى، وهذا المرض ينتشر فى المناطق التى تتغذى على الأرز والقمح الخالى من النخالة، وينقسم البرى برى إلى نوعين: برى برى مائى (Wet beri beri)، وبرى برى جاف (Dry beri beri).

أولاً: أعراض البرى برى المائى:

تؤدى الإصابة بمرض البرى برى المائى إلى تضخم فى القلب وعدم انتظام ضرباته، وارتفاع فى ضغط الدم، وهذا النوع مرتبط بالنقص الشديد فى الثيامين بالنسبة إلى كمية الكربوهيدرات الكبيرة.

ثانياً: أعراض البرى برى الجاف:

فى البداية يصاحب النقص منه زيادة فى سرعة النهج وعدم القدرة على التركيز والتعب والكآبة، ومع تقدم المرض تظهر بعض الأعراض لأمراض عصبية مثل إتلاف بعض الوظائف الحسية والحركية؛ وخلاصة لذلك نجد أن نقص فيتامين ب١ يغير من نشاط بعض الموصلات العصبية، مثل: الإستيل كولين والجلوتامات والجابا والإسبارتات التى تلعب دوراً مهماً فى الجهاز العصبى، وفى أيض الجلوكوز فى المخ.

وقد ثبت من الدراسات الحديثة التى أجريت على حيوانات التجارب أن نقص الثيامين فى الفئران يؤدى إلى عدم المقدرة على التناسق العضلى، والتعب، والشلل، وانخفاض فى درجة الحرارة، وظهور السلوك القتالى بصورة واضحة؛ نتيجة لحالة الاكتئاب الذى ينتج عن نقص السيروتونين. ويؤدى أيضًا نقص الثيامين إلى انخفاض نسبة الجلوتامات والنورابينفرين والسيروتونين والجابا فى القشرة والمخ المتوسط والمهاد البصرى، كما أنه يؤدى إلى إتلاف نهايات الأعصاب المحتوية على السيروتونين.

هذا.. والجدير بالذكر أن فيتامين الريبوفلافين B2 يدخل فى عمليات التمثيل الغذائى وفى تكوين الطاقة كمرافق لبعض الإنزيمات.

٢ - النياسين ب٣ Niacin:

يدخل النياسين فى تكوين مساعد الإنزيم، الذى يدخل فى تمثيل الدهون والأحماض الأمينية Nicotinamide adenine dinucleotide coenzyme، ومن أهم مصادره اللحم والكُبد والحبوب والبقول والفول السودانى، ويُعتبر الحمض الأمينى تريبتوفين مصدراً للنياسين؛ فالوجبة التى تحتوى على ٦٠ مجم تريبتوفين ينتج منها حوالى ١ مجم من النياسين.

أعراض نقص فيتامين ب٣ :

يؤدى نقص النياسين إلى ظهور مرض البلاجرا، والذى يؤثر على الجلد والقناة الهضمية والجهاز العصبى المركزى. ومن العلامات الأولية لمرض: البلاجرا التعب والصداع ونقص فى الوزن وضعف فى الصحة العامة، ومع تقدم المرض تحدث قرحة فى اللسان والفم والحلق، ويتبعه التهاب فى القصبة الهوائية ودوخة وقئ وإسهال شديد. هذا وتصبح مناطق الجلد المعرضة للشمس لونها أحمر مثل اليد والقدم والوجه، وتتكون بالجلد انتفاخات بسيطة، تبدو كأنها حرق شمس، ومع عدم العلاج يصبح الجلد خشنًا ومشققًا به قشور.

ويؤدى النقص المزمن فى النياسين إلى تغيرات فى وظائف الجهاز العصبى المركزى. ويتضح تأثير نقصه على الجهاز العصبى الطرفى فى الشعور بالضعف والارتعاش، والإصابة بالشلل التشنجى، ومن تأثيره على الجهاز العصبى المركزى سرعة الانفعال والغضب وفقدان النوم والذاكرة مع الشعور بالدوخة. وفى الحالات المتقدمة من المرض، تحدث الهلوسة والاكتئاب الشديد والإحساس بالاضطهاد والإغماء التشنجى، وهذه تشبه حالات الانفصال فى الشخصية. ومن الدراسات التى أُجريت على الذين أصيبوا بالبلاجرا بعد الموت، وُجد أن هناك تحطيماً فى خلايا القشرة، وفى مقدم المخ والحبل الشوكى.

٣- البيريدوكسين ب٦ Pyridoxine :

يستخدم البيريدوكسين فى ثلاث صور هى: البيريدوكسين، والبيريدوكسال، والبيريدوكسين أمين، Pyridoxine, Pyridoxal, Pyridoxine amine. والصورة النشطة لهذا الفيتامين هو مساعد الإنزيم بيريدوكسال فوسفات، وهذه الصورة تدخل فى تمثيل البروتينات عن طريق انتقال مجموعة الأمين من بعض الأحماض الأمينية إلى أخرى، وإزالة الأمونيا من البروتين غير الضرورى للنمو واستخدامه كمصدر للطاقة. ومن ناحية أخرى فإن هذا الفيتامين يعتبر ضروريًا لإزالة مجموعة الكربوكسيل من بعض الأحماض الأمينية؛ لتكوين بعض الموصلات العصبية المهمة، مثل: الجابا والسيروتونين والنورابينفرين.

ومن هذا يتضح أهمية البيريدوكسين فى تمثيل البروتين، وكذلك لابد من وجوده بنسبة مع البروتين فى الوجبة الغذائية، والكمية المطلوبة للرجل حوالى ٢ مجم/ يوم، وللأنثى ١,٦ مجم/ يوم. ومن المصادر الغنية به: الكبد واللحم الأبيض (الدجاج والسمك) وجميع الحبوب وفول الصويا وصفار البيض والموز والبطاطس.

ونظراً لأهمية فيتامين ب٦ فى تمثيل البروتين.. فإن نقصه يؤدى إلى اختلال فى بعض الأحماض الأمينية والبروتين. ومن التجارب التى أُجريت على حيوانات التجارب، وجُد أن نقص فيتامين ب٦ يؤدى إلى النقص فى محتوى السيروتونين فى المخ، وتغيرات فى وظائف الجهاز العصبى. وقد وجُد أن الفئران والكلاب التى تعانى من نقص الإنزيم الخاص بتكوين الجابا قد فقدت القدرة على التعلم ويتبع ذلك سرعة التهيج والصعوبة فى المشى، ويؤدى نقصه إلى انخفاض كمية النورابينفرين والسيروتونين والجابا؛ وخاصة فى منطقة تحت المهاد البصرى (Hypothalamus).

وقد وجُد أن الأطفال أكثر حساسية لنقص هذا الفيتامين؛ إذ تحدث لهم حالة من التشنج والاضطرابات العنيفة والتخلف العقلى. وقد وجُد أيضًا أن بعض العقاقير التى تعالج مرض السُل تؤدى إلى نقص فيتامين ب٦، وتنتج عن ذلك أعراض مرضية فى الجهاز العصبى المركزى، مثل: الصداع والرعشة والنُعاس والاكتئاب وعدم المقدرة على التحكم والتفكير فى الانتحار . واستخدام حبوب منع الحمل التى تحتوى على نسبة عالية من الاستروجين يؤدى إلى نقص فيتامين ب٦، مما يؤدى إلى نقص كمية السيروتونين فى المخ، مما يؤدى بدوره إلى الاكتئاب. ويُعتقد أن الاكتئاب الناتج من تعاطى هذه الحبوب ناتج عن نقص فيتامين ب٦ .

٤ - فيتامين ب١٢ سيانو كوبل امين Cyano Cobalamin :

تؤدى الأنيميا الخبيثة إلى الموت، وكان سبب ذلك غير معروف، واكتشف أن أكل الكُبد يشفى من هذا المرض، ويمنع العلامات العصبية المصاحبة لهذا المرض. ووجد أن فيتامين ب١٢ المحتوى على الكوبالت يعالج هذا المرض. ووجود هذا الفيتامين مرتبط بوجود الكائنات الدقيقة؛ لذا يمكن الحصول على هذا الفيتامين من الغذاء ذى الأصل

الحيوانى مثل الكُبد والكُلية والاسماك، ويستطيع الجسم الاحتفاظ بهذا الفيتامين، ويحدث نقصه فى حالات قليلة.

ويدخل فيتامين ب١٢ فى تكوين الحامض النووى DNA، وهو مهم للنمو، ويدخل أيضًا فى تمثيل الكربوهيدرات والدهون فى تكوين الدم، وفى وظائف الجهاز العصبى المركزى. واكتشف ان نقص فيتامين ب١٢ يؤدى إلى الانيميا الخبيثة، ومن صفاتها كِبرَ حجم كرات الدم الحمراء والتى تعاكس فى مقدرة الهيموجلوبين على حمل الأكسجين، وطول فترة النزيف، وشحوب فى اللون، وفقدان الوزن، والتهاب اللسان.

فيتامين ب١٢ سيانو كوبل أمين

وهناك علامات مرتبطة أيضًا بالجهاز العصبى، مثل: اضمحلال فى وظيفة العصب، وفقدان الإحساس، والإحساس بوخزة خاصة فى اليدين والقدمين، وإحساس بالحكة «التنميل»، وعدم الشعور بالاستقرار، وضعف فى العضلات، والشعور بالفزع. ومع تقدم المرض، يشعر المريض بتقلب فى المزاج، وبطء فى التفكير، وفقدان الذاكرة، واكتئاب وهلوسة، وهذه العلامات من الممكن أن تُعالج بإعطاء هذا الفيتامين مرة أخرى.

٥ - حمض الفوليك Folic acid :

لقد اكتشف حمض الفوليك كعلاج للأنيميا المنجلية عن طريق إعادة تكوين الكرات الدموية الحمراء والهيموجلوبين، ووُجِد أنه مهم لإعادة تكوين بعض الأحماض النووية المهمة لإنقسام الخلية وتكاثرها.

وتتوقف الحاجة اليومية منه على حجم الجسم، والزيادة فى التمثيل الغذائى، والحمل، واستخدام بعض العقاقير.

ومن أهم مصادره: الكُبد وجميع الحبوب والسبانخ والليمون والموز والبرتقال. وقد تؤدى بعض الأمراض بالإضافة إلى تعاطى الكحولات وبعض العقاقير إلى عدم امتصاص حمض الفوليك فى القناة الهضمية ولهذا فهو يُعطى بصورة كبيرة. ويؤدى نقصه إلى الأنيميا بالإضافة إلى التأثير على الجهاز العصبى، مما يؤدى إلى التغيير فى السلوك النفسى، والاكتئاب، وسرعة التهيج، وجنون الاضطهاد، ويؤدى أيضًا إلى الضرر بالقناة الهضمية والتهاب باللسان.

وبعد استعراض الأضرار الناتجة عن نقص هذه الفيتامينات.. فإن الزيادة منها لها أيضًا أضرار عديدة؛ فقد كان من المعتقد أن إعطاء الفيتامينات بكمية كبيرة يعالج كثيراً من الأمراض مثل السرطان والتهاب المفاصل وتأخر النمو والشعور بالتعب وجعل الحالة النفسية جيدة.

الأضرار الناتجة عن زيادة الفيتامينات :

ولقد وُجد أن الأضرار الناتجة عن زيادة الفيتامينات.. تتلخص فيما يلى:

١ - الفيتامينات التى تذوب فى الدهون Fat sol. vit. :

هذه الفيتامينات لا يحدث لها إخراج كُلّى من الجسم، وبالتالى تخزن كمية منها فى الجسم وقد تكون ضارة.

أ - فيتامين أA :

إن علامات السُمية لهذا الفيتامين تعتمد على عمر الفرد وكمية هذا الفيتامين، ومن أعراض سُميَه: الصداع والدوخة وفقدان الشعر وجفاف الجلد والإسهال. ومع الزيادة منه يحدث فقدان للشهية وورم بالمخ وزيادة الضغط الواقع داخل الجمجمة وعند إيقاف أخذ الفيتامين تقل هذه الأعراض.

ب - فيتامين د D:

تؤدى الزيادة من هذا الفيتامين فى الإنسان اليافع إلى الفشل الكُلوى، وغزارة فى البول، وغثيان، وتغيرات فى الأوعية القلبية، وزيادة الكالسيوم فى العظام.

٢ - الفيتامينات التى تذوب فى الماء .Water Sol. Vit:

هذا النوع على العكس من الفيتامينات التى تذوب فى الدهون.. فإن هذه الفيتامينات يحدث لها إخراج سريع، ولذلك تعتبر آمنة، وليست ضارة بالجسم. **ولكن ثبت من الدراسات الحديثة أن الجرعة العالية منها تسبب بعض الآثار الجانبية مثل:**

* حدوث سُمية مباشرة للجسم من زيادتها.
* يمكن أن تؤدى الجرعات العالية منها إلى تعود الجسم عليها Dependency وبالتالى عند وقف هذه الجرعات، تظهر أعراض نتيجة نقصها من الجسم Withdrawal symptoms.
* من الممكن أن تؤدى إلى إخفاء أعراض بعض الأمراض الموجودة فعلاً فى الجسم.
* من الممكن أن تتداخل مع بعض الأدوية أو مع بعض الفيتامينات الأخرى؛ مما يؤدى إلى إبطال مفعولها.

وفيما يلى تأثير بعض الجرعات الزائدة من بعض هذه الفيتامينات:

أ- فيتامين ب١ :

تسبب الجرعة العالية منه الصداع والتهيج العصبى، وسرعة النبض، وانخفاض فى ضغط الدم، وضعف عام بالجسم.

ب - فيتامين ب٣ :

تسبب الجرعة العالية منه تورد الوجه؛ لأنه يساعد على انطلاق الهيستامين، وهو يعتبر باسطاً للأوعية الدموية، ويسبب أيضًا زيادة فى العرق وسوء الهضم والغثيان والإسهال، وسرعة ضربات القلب، وحكة بالجلد.

جـ - فيتامين ب٦ :

تؤدى الجرعة العالية منه للاكتئاب والانفصال فى الشخصية، وعدم المشى بثبات، وفقدان الحس بالقدم، ثم يليه عدم الشعور باليدين. وفى حيوانات التجارب فإن الجرعة العالية منه تسبب زيادة فى الدوبامين والسيروتونين و O – هيدروكسى اندول حمض الخليك.

د - فيتامين ج :

يستخدم هذا الفيتامين فى علاج حالات السرطان والانفصال فى الشخصية، والكميات الكبيرة منه تؤدى إلى الاسهال وتقلص البطن، والزيادة منه تزيد من فرصة تكوين حصوة الكُليتين.

التركيب الكيميائى للفيتامينات المختلفة :

Nicotinic acid

Nicotinamide

Chemical structure of nicotinic acid (niacin) and nicotinamide.

Menaquinone

E. Folic acid (pteroylglutamic acid)

1 - Structure

Hydrolyzed by conjugase

Riboflavin

Pyridoxine

Pyridoxamine

Pyridoxal

Biotin

Pyridoxal phosphate
(cofactor form)

α-Tocopherol

β-Carotene

Retinal

Retinol

الفيتامينات التى تذوب فى الدهون Fat sol. Vitamins:

الفيتامين	الجرعة المسموح بها RDA	الوظيفة Function	المصدر Source
فيتامين أ (A) (Ratinol)	٨٠٠ – ١٠٠٠ ميكروجرام	يساعد فى نمو الخلايا وجعل الجلد فى حالة صحية جيدة– نمو العظام والأسنان– فعالية جهاز المناعة تصبح عالية– الرؤية فى الليل والوقاية من مرض السرطان.	الكبد– اللبن– الحبوب– الاجزاء الخضراء من النباتات.
فيتامين د (D)	٥ – ١٠ ميكرو جرام	الاحتفاظ بنسبة الكالسيوم ثابتة فى الدم والوقاية من مرض السرطان.	اللبن– الكبد– صفار البيض– زيت كبد الاسماك –اشعة الشمس.
فيتامين هـ (E) (Tocopherols)	٨–١٠ مللى جرام	مانع للتأكسد– أيض الحديد– والاحتفاظ بالخلايا العصبية فى صورة جيدة.	زيت الخضروات– المرجرين– الحبوب– البقوليات– الأوراق الخضراء– البندق.
فيتامين ك (k)	٦٥–٨٠ ميكروجرام	يساعد فى تجلط الدم.	الأوراق الخضراء من الخضروات– الكبد والطماطم– مع البيض– الخضروات الزيتية.

الڤيتامينات التى تذوب فى الماء Water sol. Vitamins :

الڤيتامين	الجرعة المسموح بها RDA	الوظيفة Function	المصدر Source
فيتامين ج (c) (Ascorbic acid)	٦٠ مللى جرام	تكوين الكولاجين - التئام الجروح - امتصاص الحديد تكوين بعض الهرمونات والموصلات العصبية- مانع التاكسد	الموالح - الطماطم - البطاطس- الحبوب.
الثيامين (ب١) (Thiamin)	١,١-١,٥ مللى جرام	مساعد لبعض الإنزيمات التى تدخل فى الايض الغذائى- يدخل فى وظيفة الجهاز العصبي- يساعد على النمو.	الكبد - الفول- الفول السودانى- الحبوب.
الريبوفلافين (Riboflavin)	١,٣-١,٧ مللى جرام	مساعد إنزيمات تدخل فى عملية الأيض وتكوين الطاقة- بقاء الجلد فى صحة جيدة الرؤية الطبيعية.	اللبن ومنتجاته- اللحم- البيض الحبوب- القمح.
النياسين	١٥-٢٠ مللى جرام	مساعد إنزيم يدخل فى الأيض الغذائى - بقاء الجلد فى صحة جيدة - يساعد فى وظيفة القناة الهضمية والجهاز العصبى.	اللحم -الاسماك الدجاج- الحبوب- البيض- اللبن.
فيتامين ب٦ (pyridoxine)	٢ -١,٥ مللى جرام	مساعد إنزيم يدخل فى أيض الكربوهيدرات والدهون والبروتين - يدخل فى تكوين كرات الدم البيضاء والحمراء- تكوين الموصلات العصبية.	اللحم- السمك- الدجاج- الحبوب- الموز- السبانخ.
حمض الفوليك	١٨٠- ٢٠٠ ميكروجرام	تكوين الحامض النووى (DNA)- تكوين الخلايا الجديدة.	أوراق الخضروات الخضراء - اللحم- البقوليات- صير البرتقال.
فيتامين ب١٢ (cobalamin)	٢ ميكرو جرام	يدخل فى وظيفة الجهاز العصبى	الغذاء ذو الأصل الحيوانى، مثل: اللحم الاسماك- البيض.

الخواص العامة لبعض الڤيتامينات التى تذوب فى الماء

الفيتامين	ثبات الحال Stability	أعراض النقص Deficiency Symp	اختبارالنقص Test of Deficicency
الثيامين ب١	ثابت فى المحلول الحمضى- يتكسر بسهولة بالحرارة فى المحلول المتعادل أو القلوى	فقدان الشهية - البرى برى - إمساك- هبوط فى القلب	لاكتات الدم وتركيز البيروفات Blood lactate and pyruvate conc. تركيزات كرات الدم الحمراء- ثيامين- بيروفوسفات Red-blood-cell thiamine - pyrophosphate conc.
الريبوفلافين ب٢	يتحلل بالاشعة تحت البنفسجية وبالمحلول القلوى ويقاوم درجة الحرارة فى المحلول الحمضى.	خشونة بالفم والتهاب به احمرار مزرق باللسان- التهاب جلد الوجه- عدم التحكم فى وظيفة العين.	الإخراج البولى لفيتامين ب ٢ Urinary B_2Excretion.
النياسين ب٢	ثابت فى درجات الحرارة والضوء	البلاجرا- إسهال- أعراض خاصة بالجهاز العصبى	محتوى البول من الميثيل نيكوتين اميد والبيريدون. Urinary methyl nicotinamide and pyridon Excretion..

الفيتامين	ثبات الحال Stability	اعراض النقص Deficiency Symp	اختبارالنقص Test of Deficicency
البيريدوكسين ب٦	يحدث له فقد جزئي بالطهي- يتاثر بالاشعة البنفسجية والاكسدة.	انيميا وآثار جانبية على الجهاز العصبي المركزي، وفي الأطفال يحدث تشنج وتغير في رسم المخ.	اختبار التريبتوفين Tryptophan loading test. تركيز البلازما من فوسفات البيريدوكسال plasma phosphate conc.
فيتامين ج (Ascorbc acid)	يتكسر بدرجة الحرارة والمؤكسدات والقلويات	مرض الاسقربوط وإدماء باللثة- عدم التئام الجروح- أنيميا.	محتوى البلازما من حمض الأسكوربيك Plasma ascorbic acid conc. تركيز حمض الاسكوربيك في كرات الدم البيضاء white cell ascorbic acid conc.

الآثار السامة لبعض الڤيتامينات فى الجرعات العالية

الڤيتامين	الجرعة المسموح بها RDA	الجرعة السام Toxic dose	الآثار السامة Toxic effect
فيتامين أ (A)	٨٠٠ – ١٠٠٠ ميكروجرام	١٥,٠٠٠–١٠٠,٠٠٠ ميكروجرام	الصداع– التعب– دوخة– غثيان– فقدان الشعر– فقد الشهية للطعام– استسقاء بالمخ.
فيتامين د(D)	١٠ ميكروجرام	١٢٥ ميكروجرام	غثيان– إدرار بول– فشل كلوى– تكلس العظام.
فيتامين هـ (E)	٨–١٠ مللى جرام	٣٠٠–٦٠٠ مللى جرام	غثيان – إسهال–تعب فى العضلات– صداع– ضعف فى الرؤية
الثيامين	١,١–١,٥ مللى جرام	غير معروفة	صداع– أرق– انخفاض فى ضغط الدم– ضعف عام.
النياسين	١٥–٢٠ مللى جرام	١٠٠–١٠,٠٠٠ مللى جرام	تورد فى الوجه– انخفاض فى ضغط الدم ومشاكل بالجهاز الهضمى– وتسمم بالكبد.
البيريودوكسين	١,٥–٢ مللى جرام	٢٠٠ مللى جرام	تعب فى الجهاز العصبى الطرفى– فقدان الإحساس.
فيتامين ج	٦٠ مللى جرام	٢٠٠٠–٤٠٠٠ مللى جرام	تعب فى الأحشاء العامة– زيادة فى حصوات الكلى.

ESTIMATED SAFE AND ADEQUATE DAILY DIETARY INTAKES OF ADDITIONAL SELECTED VITAMINS AND MINERALS

		VITAMINS			TRACE ELEMENTS						ELECTROLYTES		
	Age (years)	*Vitamin K* (μg)	*Biotin* (μg)	*Pantathenic Acid* (mg)	*Copper* (mg)	*Manganese* (mg)	*Fluoride* (mg)	*Chromium* (mg)	*Selenium* (mg)	*Molybdenum* (mg)	*Sodium* (mg)	*Potassium* (mg)	*Chloride* (mg)
Infants	0–0.5	12	35	2	0.5–0.7	0.5–0.7	0.1–0.5	0.01–0.04	0.01–0.04	0.03–0.06	115–350	350–925	275–700
	0.5–1	10–20	50	3	0.7–1.0	0.7–1.0	0.2–1.0	0.02–0.06	0.02–0.06	0.04–0.08	250–750	425–1275	400–1200
Children and Adolescents	1–3	15–30	65	3	1.0–1.5	1.0–1.5	0.5–1.5	0.02–0.08	0.02–0.08	0.05–0.1	325–975	550–1650	500–1500
	4–6	20–40	85	3–4	1.5–2.0	1.5–2.0	1.0–2.5	0.03–0.12	0.03–0.12	0.06–0.15	450–1350	775–2350	700–2100
	7–10	30–60	120	4–5	2.0–2.5	2.0–3.0	1.5–2.5	0.05–0.2	0.05–0.2	0.1–0.3	600–1800	1000–3000	925–2775
	11+	50–100	100–200	4–7	2.0–3.0	2.5–5.0	1.5–2.5	0.05–0.2	0.05–0.2	0.15–0.5	900–2700	1525–4575	1400–4200
Adults		70–140	100–200	4–7	2.0–3.0	2.5–5.0	1.5–4.0	0.05–0.2	0.05–0.2	0.15–0.5	1100–3300	1875–5625	1700–5100

* Because there is less information on which to base an allowance, these are not given in the main table of dietary allowances but are provided here in the form of ranges of recommended intakes. Since the toxic levels for many trace elements may be only several times usual intakes, the upper levels for the trace elements given in this table should not be habitually exceeded.
(Modified from Food and Nutrition Board, National Research Council, 1979.)

RECOMMENDED DAILY DIETARY ALLOWANCES

						FAT-SOLUBLE VITAMINS			WATER-SOLUBLE VITAMINS							MINERALS					
	Age	*Weight*	*Height*	*Energy*	*Protein*	*Vitamin A*	*Vitamin D*	*Vitamin E*	*Vitamin C*	*Thiamine*	*Riboflavin*	*Niacin* [e]	*Vitamin B_6*	*Folacin* [f]	*Vitamin B_{12}*	*Calcium*	*Phosphorus*	*Magnesium*	*Iron*	*Zinc*	*Iodine*
	(years)	(kg)	(cm)	(kcal)	(g)	(μg R.E.) [b]	(μg) [c]	(mg α T.E.) [d]	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(μg)	(μg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(μg)
Infants	0.0–0.5	6	60	kg × 115	kg × 2.2	420	10	3	35	0.3	0.4	6	0.3	30	0.5 [g]	360	240	50	10	3	40
	0.5–1.0	9	71	kg × 105	kg × 2.0	400	10	4	35	0.5	0.6	8	0.6	45	1.5	540	360	70	15	5	50
Children	1–3	13	90	1300	23	400	10	5	45	0.7	0.8	9	0.9	100	2.0	800	800	150	15	10	70
	4–6	20	112	1700	30	500	10	6	45	0.9	1.0	11	1.3	200	2.5	800	800	200	10	10	90
	7–10	28	132	2400	34	700	10	7	45	1.2	1.4	16	1.6	300	3.0	800	800	250	10	10	120
Males	11–14	45	157	2700	45	1000	10	8	50	1.4	1.6	18	1.8	400	3.0	1200	1200	350	18	15	150
	15–18	66	176	2800	56	1000	10	10	60	1.4	1.7	18	2.0	400	3.0	1200	1200	400	18	15	150
	19–22	70	177	2900	56	1000	7.5	10	60	1.5	1.7	19	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
	23–50	70	178	2700	56	1000	5	10	60	1.4	1.6	18	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
	51 +	70	178	2400	56	1000	5	10	60	1.2	1.4	16	2.2	400	3.0	800	800	350	10	15	150
Females	11–14	46	157	2200	46	800	10	8	50	1.1	1.3	15	1.8	400	3.0	1200	1200	300	18	15	150
	15–18	55	163	2100	46	800	10	8	60	1.1	1.3	14	2.0	400	3.0	1200	1200	300	18	15	150
	19–22	55	163	2100	44	800	7.5	8	60	1.1	1.3	14	2.0	400	3.0	800	800	300	18	15	150
	23–50	55	163	2000	44	800	5	8	60	1.0	1.2	13	2.0	400	3.0	800	800	300	18	15	150
	51 +	55	163	1800	44	800	5	8	60	1.0	1.2	13	2.0	400	3.0	800	800	300	10	15	150
Pregnant				+300	+30	+200	+5	+2	+20	+0.4	+0.3	+2	+0.6	+400	+1.0	+400	+400	+150	[h]	+5	+25
Lactating				+500	+20	+400	+5	+3	+40	+0.5	+0.5	+5	+0.5	+100	+1.0	+400	+400	+150	[h]	+10	+50

[a] The allowances are intended to provide for individual variations among most normal persons as they live in the United States under usual environmental stresses. Diets should be based on a variety of common foods in order to provide other nutrients for which human requirements have been less well defined.

[b] Retinol equivalents. 1 retinol equivalent = 1 μg of retinol or 6 μg of β-carotene.

[c] As cholecalciferol. 10 μg of cholecalciferol = 400 I.U. of vitamin D.

[d] α-Tocopherol equivalents. 1 mg of d-α-tocopherol = 1 α-T.E.

[e] 1 N.E. (niacin equivalent) is equal to 1 mg of niacin or 60 mg of dietary tryptophan.

[f] The folacin allowances refer to dietary sources as determined by *Lactobacillus casei* assay after treatment with enzymes ("conjugases") to make polyglutamyl forms of the vitamin available to the test microorganism.

[g] The RDA for vitamin B_{12} in infants is based on the average concentration of the vitamin in human milk. The allowances after weaning are based on energy intake (as recommended by the American Academy of Pediatrics) and consideration of other factors such as intestinal absorption.

[h] The increased requirement during pregnancy cannot be met by the iron content of habitual American diets nor by the existing iron stores of many women; therefore, the use of 30 to 60 mg of supplemental iron is recommended. Iron needs during lactation are not substantially different from those of nonpregnant women, but continued supplementation of the mother for 2 to 3 months after parturition is advisable in order to replenish stores depleted by pregnancy.

(Modified from Food and Nutrition Board, National Research Council, 1979.)

الفصل الخامس

الأملاح المعدنية والجهاز العصبى

الأملاح المعدنية والجهاز العصبى

Minerals and Nervous System

يوجد عدد كبير من الأملاح المعدنية في الخلية الحية، حوالي ٢٢ عنصرا تعتبر ضرورية للنمو ومهمة للحياة والتكاثر. وتنقسم هذه العناصر إلى عناصر توجد بكميات كبيرة مثل الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلور والمغنسيوم، وعناصر توجد بكميات قليلة نسبيا مثل الحديد واليود والنحاس والزنك والمنجنيز والكوبالت والسيلينوم.

وتدخل هذه العناصر في تركيب مجموعة كبيرة من الإنزيمات وكذلك يدخل اليود فى تركيب هرمون الثيروكسين، ويدخل الكوبالت في تركيب فيتامين ب١٢ ويزيد الحديد من نشاط السيتوكروم. وفي نسيج الجسم يدخل الكالسيوم والفوسفور في تركيب العظام والاسنان. وتعتبر الأملاح المعدنية كعامل مساعد أو محفز في العمليات الحيوية مثل امتصاص المواد الغذائية من القناة الهضمية وانتقالها إلى الخلايا والمحافظة على درجة pH ثابتة في الجسم.

وتلعب الأملاح المعدنية دورا مهمًا جدا في وظيفة الجهاز العصبي؛ حيث يعتمد توصيل السيال العصبي في الخلية العصبية على وجود الصوديوم والبوتاسيوم، وأى تغير في تركيزها في السائل المحيط بالخلية العصبية يستطيع أن يغير من انتقال الومضة العصبية لتنتقل المعلومة من خلية إلى أخرى.

ويتأثر خروج الموصلات العصبية بوجود الكالسيوم، كما يؤدى نقص كميته في الوسط المحيط بمحور الخلية إلى النقص في خروج الموصلات العصبية.

ونجد أن الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ليست لها مشاكل في التغذية السليمة، ولكن نقص الصوديوم يمكن أن يحدث نتيجة لبعض الامراض الخطيرة مثل السرطان وأمراض الكبد وقرحة القولون والقئ والإسهال الشديد.

١ - الكالسيوم Calcium :

ثبت أن نقص الكالسيوم هو نتيجة لسوء التغذية الشديدة وفقدان الشهية للطعام وتعاطى الخمور. ويحدث نقص الكالسيوم ايضًا عند مرضى الفشل الكلوى ومرضى السكر، وبعض الأدوية ترتبط بالكالسيوم وتمنع عملية امتصاصه من القناة الهضمية. ومن العلامات التي ترتبط بنقص الكالسيوم سرعة الانفعال والإحساس بحكة،والتأثير على العضلات والتشنج، واضطرابات عصبية تتميز بتشنجات فى الوجه والاطراف، ويؤثر كذلك على وظيفة الخلية العصبية والاتصال العصبي بين العضلات والقلب.

٢ - الحديد Iron :

يعتبر وجود عنصر الحديد في الخلية مهمًا جدًا لوظائفها الحيوية مثل نقل الاكسجين وثاني أكسيد الكربون من نسيج إلى آخر. ويوجد معظم حديد الجسم في الهيموجلوبين ويدخل أيضًا في تركيب بعض الإنزيمات المساعدة، والتي لها أهمية في التمثيل الغذائى وتكوين الحامض النووي DNA وتكوين الموصلات العصبية وتكسيرها.

ويستهلك الفرد حوالى ١مللي جرام / يوم، وأهم مصادره الكبد والأسماك والبيض والدجاج ولحم البقر والأرز.

ويؤدى نقص الحديد إلى الانيميا والتعب وسرعة الاثارة والتهيج العصبي وقصر مدة التركيز وضعف التعلم والذاكرة، ولكن عند إعطاء الحديد مرة أخرى يعود الشخص الى حالته الطبيعية.

وقد وجد أن نقص الحديد يستطيع أن يغير من وظيفة الجهاز العصبي المركزى؛ وذلك لأنه يدخل في تركيب مساعد إنزيمي تيروسين هيدروكسيلاز وتريبتوفين هيدروكسيلاز اللذين يدخلان فى تكوين الدوبامين والسيروتونين والنورابينفرين، ولهذا فإن نقص الحديد يغير من كميتها داخل الجهاز العصبى المركزى، ويدخل أيضًا فى مراحل التكسير، ويؤثر أيضًا على ارتباط هذه الموصلات العصبية بمستقبلاتها فى الخلية العصبية Postsynaptic receptors وقد وجد في حيوانات التجارب التي تعانى من

نقص الحديد أن كمية السيروتونين والدوبامين المرتبطة بمستقبلاتها منخفضة نسبيًا.

٣ - الزنك Zinc :

يعتبر الزنك ذا أهمية كبيرة؛ لأنه يدخل فى تركيب عدد كبير من الإنزيمات التي تساعد في عملية الأيض الغذائي، وتساعد في تكوين الأحماض النووية DNA, RNA وتكوين البروتين، وبالتالى فهو مهم جدا في النمو، وفى خروج ڤيتامين أ من الكبد، وفى التئام الجروح، ويقوى من عمل الهرمونات.

ويحتوى الجسم على حوالى ٢ - ٣ جم، وتوجد ٣/٤ الكمية في الهيكل العظمي وكمية كبيرة في العين والجلد والجهاز التناسلى، يحتاج الجسم إلى ٣ مللي جرام للطفل، ١٢ - ١٥ مللي جرام في اليوم للشخص اليافع. وأهم مصادره الكبد والأحياء المائية واللحم والبندق والحبوب. ووجد أن الزنك مهم في مرحلة النمو والبلوغ. كما أن التغير في السلوك والتقلب في الحالة النفسية وعدم المقدرة على تنسيق الحركات العضلية الارادية والارتعاش من علامات نقص الزنك، ومن علامات نقصه الشديد الرؤية بصعوبة وضعف في حواس الشم والتذوق.

٤ - اليود Iodine :

إن اليود لا غنى عنه فى هرمونات الغدة الدرقية الثيروكسين T4 - T3 ، والتى تنظم عملية الأكسدة داخل الخلية، وبالتالى يؤثر على الحالة الفسيولوجية والعقلية للجسم وعلى وظيفة الجهاز العصبى المركزى. ويوجد حوالى ١٥ - ٢٥ مجم من اليود فى الغدة الدرقية، والباقى يوجد في الغشاء المخاطى للمعدة والغدد اللبنية والكلية. ويحتاج الفرد حوالى ١٥٠ ميكروجرام/ يوم، ويوجد فى الأحياء المائية، ويؤدى نقص اليود إلى نقص إنتاج هرمون الثيروكسين، وهذا يؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية (Goiter) ، ومن أعراضها نقص فى معدل الأيض الغذائى، وزيادة فى الوزن، وعدم القدرة على تحمل البرودة وضعف فى القلب وتقصف الشعر والأظافر. ومن الأعراض المرتبطة بالجهاز العصبى: الاكتئاب، والتعب، وعدم القدرة على الكلام بوضوح، وفتور الشعور، وضعف في الذاكرة.

وقد وجد أن الأملاح المعدنية لها تأثير سام مثل الفيتامينات فى الجرعات العالية، فمثلا تسبب الجرعة العالية من النحاس قيئًا واضطرابًا في الجهاز العصبى وأن الجرعة العالية من اليود تؤثر فى وظيفة الغدة الدرقية.

والجرعة المرتفعة من الزنك او الحديد تسبب خطورة على القلب، بينما تسبب الجرعة المرتفعة من السيلينيوم إسهالاً ودوخة وقيئًا وفقدان للشعر.

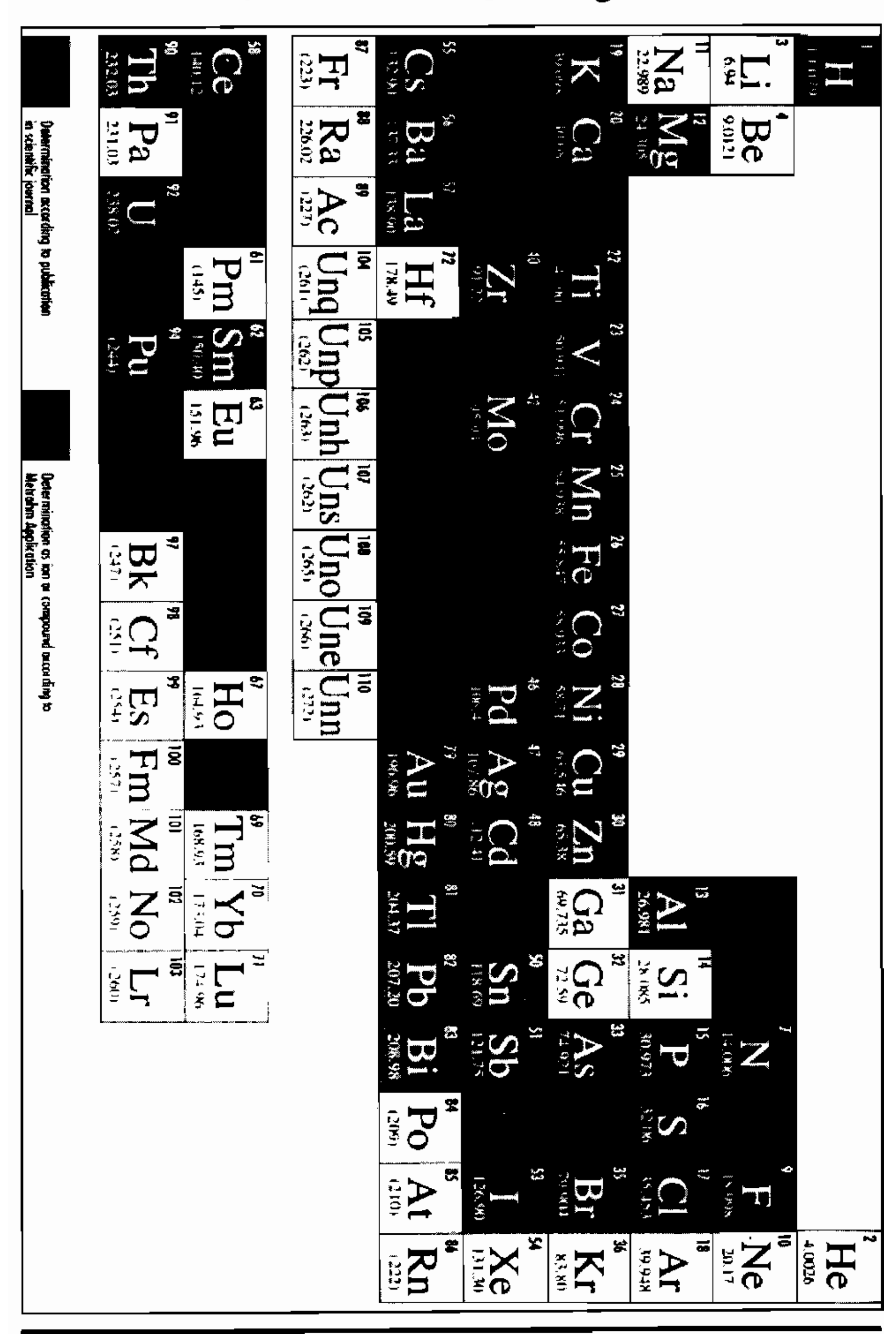
الجرعات المسموح بها من الاملاح المعدنية ووظيفتها

الملح المعدنى	الجرعة المسموح بها RDA	الوظيفة Function	المصدر Source
الماغنسيوم	٢٨٠–٣٥٠ مللى جرام	تكوين العظام والأسنان – انقباض العضلات – انتقال الومضة العصبية – تكوين البروتين.	أوراق الخضروات – البندق – الحبوب – البقول.
الكبريت	غير معينة	جزء من بعض الأحماض الأمينية وجزء من الثيامين	المواد البروتينية
النحاس	١,٥ –٣ مللى جرام	تكوين الهيموجلوبين – تكوين الكولاجين – تكوين جلطة الدم – يدخل فى وظيفة جهاز المناعة ويعتبر جزءا من معظم الانزيمات.	اللحم – الحبوب – البقول – البندق – الفاكهة الجافة
الفلور	١,٥–٤ مللى جرام	تقوية الأسنان	الماء
اليود	١٥٠ ميكروجرام	يدخل فى وظيفة الغدة الدرقية، ويدخل فى الأيض الغذائى	الأملاح اليودية
الحديد	١٠ –١٥ مللى جرام	يعتبر جزءاً من الهيموجلوبين – وجزءاً من بعض الإنزيمات – تكوين الأجسام المضادة	الكبد – اللحم – القمح – الحبوب – مح البيض – البقول والفاكهة الجافة
الزنك	١٢–١٥ مللى جرام	جزء من معظم الإنزيمات – أيض البروتينات – التئام الجروح – نمو الأعضاء التناسلية – يدخل فى حاستي الشم والتذوق – تخزين وانطلاق الانسيولين	البروتين – الحبوب وبعض البقول
الكروم	٥٠–٢٠٠ ميكروجرام	انتقال الجلوكوز إلى الخلايا	الكبد – اللحم – مح البيض – الحبوب
الكوبلت	غير معينة	جزء من فيتامين ب ١٢	الغذاء ذو اصل حيوانى
المنجنيز	٢–٥ مللى جرام	تكوين العظام – جزء من إنزيمات الأيض الغذائى	كل الحبوب – الفول السوداني – البندق – الخضروات.

(تابع) الجرعات المسموح بها من الأملاح المعدنية ووظيفتها :

الملح المعدنى	الجرعة المسموح بها RDA	الوظيفة Function	المصدر Source
الكالسيوم	٨٠٠ مللى جرام	تكوين العظام والأسنان - تكوين جلطة الدم - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية.	اللبن ومنتجاته - السردين - الكرنب - اللفت.
الفوسفور	٨٠٠ مللى جرام	تكوين العظام والأسنان - تكوين الحامض النووى (DNA) وتكوين إنزيمات عديدة.	اللبن ومنتجاته - اللحم - الدجاج - الأسماك - البقوليات.
الصوديوم	٥٠٠ مللى جرام	اتزان الماء - اتزان الوسط الحامضى والقلوى Acid-base balance - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية.	الأملاح.
البوتاسيوم	٢٠٠٠ مللى جرام	اتزان الماء - المحافظة على درجة الحموضة والقلوية بالجسم - انقباض العضلات - انتقال الومضة العصبية.	الخضروات - الفاكهة - اللبن - الحبوب - اللحم - الاسماك - البقول.
الكلور	٧٥٠ مللى جرام	اتزان الماء - المحافظة على درجة الحموضة والقلوية بالجسم - يدخل فى وظيفة الجهاز العصبى - جزء من حمض الهيدروكلوريك فى المعدة.	ملح الطعام.

الأملاح المعدنية فى الجدول الدورى للعناصر



الفصل السادس

مضافات الطعام والجهاز العصبى

مضافات الطعام

Food Additives

مضافات الطعام هي مواد غير غذائية تضاف إلى المواد الغذائية لأغراض عديدة، منها: امتداد صلاحية المادة، والمحافظة على القيمة الغذائية، وإعطاء اللون والرائحة المستحبة. ويوجد حوالى ٢٥٠ – ٣٠٠ مادة مستخدمة لهذا الغرض، ومع أن هذه المواد مفيدة إلا أن بعضها له أخطار سمية على الصحة، فعلى سبيل المثال وجد أن نيتريت الصوديوم التى تعطى اللون الأحمر لبعض منتجات اللحوم من الممكن أن تسبب مرض السرطان، ولهذا.. فإن لهذه المواد على وجه العموم تأثيراً جانبيّاً على الصحة والسلوك.

وقد عبر Paracelsus فى عام ١٥٣٨ فى المخطوط الثالث أن كل مادة لابد من أن يكون لها تركيزات من الصغر؛ بحيث لا يكون لها تأثير ضار، وقال ماذا يمكن أن يتواجد ولا يكون له تأثير سام؟ وكل الأشياء سامة ولا يوجد شئ دون سمية، وأن الكمية هى التى تجعل الأشياء سامة، وأضاف أن المواد تصبح سامة فى تركيزات أعلى من حد معين وغير سامة في تركيزات أقل من حد معين.

وهناك بعض المعلومات قبل أن تضاف المادة إلى المواد الغذائية ولجعلها فى حالة الأمان للجسم، منها ما يأتى:

١ – لابد من معرفة اسم المكونات الكيميائية للمادة.

٢ – معرفة طبيعة المادة وخواصها الطبيعية والكمية المتاحة منها حتى لا تعطى تأثيراً ضاراً.

٣ – شرح الطريقة التى عن طريقها يمكن قياس كمية المادة فى الطعام.

٤ – شرح التقارير أو الدراسات، التى أجريت لاستخدام المادة وطرق التحكم فى استخدامها فى الصناعة.

وهذه المعلومات تشمل معرفة الأضرار السمية والعوامل التى تؤدى إلى منعها أو استخدامها كمادة جديدة مضافة للطعام، وهذه تجرى عن طريق استخدامها كغذاء لحيوانات التجارب. حيث إن حيوانات التجارب أكثر فاعلية فى معرفة التأثير الحاد والمزمن لهذه المواد، ولكن أقل فى معرفة حالة السرطان التى تحدث على مدى بعيد من استخدام هذه المواد.

هذا... وتجدر الاشارة إلى بعض المشاكل فى استخدام حيوانات التجارب فمثلاً:

١ - الاختلاف فى امتصاص وتوزيع وإخراج هذه المواد بين الإنسان والحيوان.

٢ - تحدث بعض الأعراض السمية فى الإنسان، مثل: الصداع والاكتئاب وفقدان الشهية لا نستطيع تمييزها فى الحيوانات.

٣ - استخدام عدد كبير من حيوانات التجارب، من الممكن أن يلغى بعض أعراض السمية، التى تظهر في الاعداد الصغيرة.

٤ - يختلف التداخل فى المواد الغذائية من الانسان إلى الحيوان.

ومن الدراسات التي لابد من إجرائها على المادة المراد اضافتها قبل استخدامها:

أ - اختبار السمية الحادة عن طريق الفم على نوعين على الأقل من الحيوانات؛ لمعرفة نصف الجرعة المميتة LD_{50}، وهى الجرعة التى يموت عندها نصف عدد الحيوانات المستخدمة فى الاختبار.

ب - الاختبار قصير المدى يكون من ٩٠ يوماً إلى ٦ شهور، مع استخدام جرعات مختلفة، ومن هنا نستطيع معرفة تأثير هذه المواد على النمو والسلوك ووظائف الكبد والكليتين، ومن الممكن أن يمتد الاختبار لمعرفة التأثير على الأجنة.

جـ - الاختبار طويل المدى لمدة سنتين؛ لمعرفة ما إذا كانت المادة تسبب أمراض السرطان أم لا.

وهذه الاختبارات تنظم تداول هذه المواد وأقل كمية مسموح باستخدامها حتى لا تسبب ضرراً للإنسان.

وتنقسم المواد المضافة تبعا لطبيعتها ووظيفتها الى :

١ - المواد الحافظة Preservatives :

هى التى تمنع أو توقف الإتلاف الناتج من البكتريا والخمائر والفطريات وهذه المواد ضرورية للتخزين والتوزيع. وأن هذه المواد ممكن أن تكون طبيعية مثل الملح «للحوم» والسكر والجيلى «للحلويات»، ومن الممكن أن تكون صناعية مثل نترات الصوديوم، والتى توصى المواصفات بعدم استخدامها «تضاف للحوم لتمنع نمو بعض الفطريات» وحمض البنزويك «يضاف للمشروبات ليمنع نمو الميكروبات» وثانى أكسيد الكربون وحمض السوربيك.

أ - ثانى أكسيد الكربون (CO_2) :

استخدم منذ القدم كمادة حافظة. ووزنه الجزيئى ٤٤٫١، وهو غاز عديم اللون، غير قابل للاشتعال وله رائحة وطعم حمضى. ويؤثر ثانى أكسيد الكربون فى الأحياء الدقيقة بتثبيط نموها، وجعلها فى حالة سكون، وهو يستخدم كمادة حافظة، ويعرف أحيانا باسم الثلج الجاف Dry ice .

ب - حمض البنزويك (C_6H_5CooH) :

يستخدم فى صورته أو فى صورة بنزوات الصوديوم، ووزنه الجزيئى ١٣١٫١١، وهو عبارة عن بللورات بيضاء، تذوب فى الكحول، وينصهر عند حوالى ١٢٠ مْ. أما الملح المعروف باسم بنزوات الصوديوم، فوزنه الجزيئى ١٤٤٫١١، وهو عبارة عن مسحوق أبيض بلورى يذوب فى الماء.

وتسبب الجرعات العالية من حمض البنزويك اضطراباً فى نمو حيوانات التجارب، واضطراباً فى الجهاز العصبى المركزى وتشنجات.

جـ - حمض السوربيك :

وزنه الجزيئى ١١٢٫١٣٠، وهو عبارة عن بللورات بيضاء لها رائحة مميزة وطعم حامضى، وهو يذوب فى الماء والكحول الإيثيلى، ويستخدم فى صورة أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم.

وللكشف الوصفى والتقدير الكمي للحامض يستخدم التفاعل اللونى الأحمر؛ حيث تتم أولاً أكسدة حمض السوربيك بواسطة ثانى كرومات البوتاسيوم، ثم التفاعل مع حمض الثيوباربيتيوريك.

وفى اختبارات السمية شبه المزمنة، لم تظهر أى اعراض جانبية، نتيجة لتناول الغذاء المحتوى على حمض السوربيك بنسبة أعلى من المسموح بها فى المواصفات، وفى عينة أخري من حيوانات التجارب – غذيت بالكمية نفسها – أدت إلى تنشيط النمو وزيادة وزن الكبد؛ نتيجة استخدام الجسم لحمض السوربيك كمصدر للطاقة.

ويؤثر حمض السوربيك على الأحياء الدقيقة، فى أنه يثبط عدداً من الإنزيمات في الخلية؛ خاصة التي تدخل في التمثيل الغذائى للكربوهيدات.

٢ – المواد المقاومة للتأكسد Antioxidants :

وهى مواد تمنع التزنخ «الرائحة الكريهة»، والتغيرات الناتجة من التأكسد فى الطعام، وهى مهمة لإطالة مدة صلاحية الخضروات ودهون الحيوانات، ومن هذه المواد: حمض الاسكوربيك (Ascorbic acid)، وڤيتامين E(Alpha-Tocopherol).

ڤيتامين $C_{29}H_{50}O_2$E :

وزنه الجزيئى ٤٣٠,٧١، وهو زيتى لزج، ليست له رائحة، ويميل لونه إلى الاصفرار ويتأكسد ويتحول الى اللون الغامق عند تعرضه للهواء والضوء وهو لا يذوب فى الماء، ولكنه يذوب فى الكحول الإيثيلى. وللكشف عنه يؤخذ ٠,١ جرام من العينة، تذاب فى ١٠ مللى من الإيثانول النقى، ثم يضاف ٢ مللي من حمض النيتريك، ويسخن عند حوالى ٧٥ْم لمدة ١٥ دقيقة، فيتكون لون أحمر لامع إلى برتقالى.

٣ – المواد العازلة Sequestrants :

وهى مواد تستخدم لترتبط بالعناصر المعدنية، التي من الممكن أن تغير من الرائحة واللون وتعكير المواد الغذائية. ومن أمثلتها حمض الستريك وفوسفات الصوديوم وحمض الترتريك والـ EDTA (Citric acid, Sodium phosphate, Tartaric acid).

٤ - المواد المكملة Supplemented substances :

ومن بينها الڤيتامينات والأملاح المعدنية، والتى تضاف إلي المادة الغذائية؛ لتحتفظ بقيمتها الغذائية، مثل: مجموعة فيتامين ب المركب، أو أحد أفراد هذه المجموعة، والذى يضاف إلى الخبز والحبوب، وفيتامين ج الذى يضاف إلى مشروبات الفاكهة.

٥ - المواد المستحلبة والمواد المثبتة Emulsifiers and Stabilizers :

وهى مواد تركيبية تغير من الخواص الطبيعية للغذاء. فمثلا المستحلبات مثل الليسيثين والبروبلين جليكول تساعد من عملية انتشار الزيت مع الماء، ويستعملان لتجهيز توابل السلاطة والسمن النباتى والصناعى.

والمواد المثبتة هي التي تعطى سمك «تخانة» مثل الجيلاتين والبكتين والصمغ الصناعى، وتعمل على تحسين تركيب الغذاء مثل: الجبن المصنع، والبودنج والحساء، وتمنع تكوين حبيبات الثلج فى الآيس كريم والفاكهة المجمدة. ويستخدم السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate كمستحلب ومثبت فى الوقت نفسه.

السوربيتان مونو أوليات Sorbitan monooleate :

هو سائل لزج كهرمانى اللون «اصفر ضارب إلى الأحمرار» ويحتوى على مادة زيتية، وفى الحالة الصلبة يكون فى صورة شمعية، وله طعم ورائحة مميزين وهو لا يذوب في الماء البارد، ويحدث له تشتيت فى الماء الساخن. ويذوب عند درجة أعلى من درجة انصهاره في الكحول الإيثيلى والأنيلين والأثير.

٦ - المواد الحمضية والقلوية والمتعادلة

Acids, alkalies and neutralizing agents

تضاف هذه المواد الى كثير من الأطعمة؛ حيث تلعب الحموضة دورا مهماً جدا للوسط، كما هو الحال فى المشروبات والشيكولاتة، ومن أمثلتها: فيومارات الصوديوم Sodium Fumarate ($N_4H_3NaO_4$) ووزنها الجزيئى ١٣٨٫٠٦، وهى عبارة عن مسحوق أبيض له طعم حامضى، يذوب في الماء.

٧ – المضافات الحسية Sensory additives :

تجعل الطعام أكثر شهية، مثل: مكسبات النكهة « الطعم والرائحة »، ومن أمثلتها أحادي جلوتامات الصوديوم Monosodium glutamate، وحمض الجلوتاميك Glutamic acid، ومكسبات اللون، فمنها ما هو طبيعي مثل: الزعفران، والبنجر، والكاروتين، والكركم، وما هو صناعي، مثل: الترترازين والاريثروسين.

أ – حمض الجلوتاميك $(C_5H_9NO_4)$ Glutamic acid

وزنه الجزيئى ١٤٧,١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء أو عديمة اللون، لها طعم حمضى مميز، ويذوب بصعوبة فى الماء، ولا يذوب في الكحول الإيثيلي أو الاثير.

طريقة تعيينه: نذيب حوالى ٢٠٠ جم من العينة، ثم تجفف، ونزنها، ويضاف إليها ٦ مللى من حمض الفورميك، ثم يضاف ١٠٠ مللى من حمض الخليك الجليدى ثم يعاير مع ٠,١ من حمض البيركلوريك. كل مللى من ٠,١ من حمض البيركلوريك تعادل ١٤,٧١٣ من حمض الجلوتاميك.

ب – احادى جلوتامات الصوديوم

$C_5H_8NNaO_4.H_2O$ Monsodium glutamate :

كتلته الجزيئية ١٨٧,١٣، وهو عبارة عن بللورات بيضاء، ليست لها رائحة، ولها طعم مميز، وتذوب فى الماء، وتذوب بصعوبة في الكحول الإيثيلى ولا تذوب فى الإثير.

وتعطي هذه المادة النكهة المستحبة، وتضاف إلى عديد من المواد الغذائية، وهذه المادة هى ملح الصوديوم للحمض الأمينى جلوتامات، الذى يوجد بصورة طبيعية فى المواد الغذائية، وتتحول هذه المادة فى القناة الهضمية إلى الحمض الأمينى جلوتامات، الذى ثبت من الدراسات الحديثة انه من الموصلات العصبية المنشطة فى الجهاز العصبى المركزى. هذا... والجدير بالذكر أن الكميات الكبيرة من الجلوتامات لها تاثير سمي على الجسم حيث ثبت بالدراسات التى أجريت على حيوانات التجارب أنها تؤدى إلى إتلاف منطقة تحت المهاد البصرى فى المخ، وعدم نمو الجهاز الهيكلى، والزيادة فى الوزن،

وعدم تنظيم جهاز الغدد الصماء وزيادة الحساسية. كما تعمل على تكسير الأحماض الأمينية فى المخ، وتقلل الهرمونات الجنسية، والقدرة على التعلم، كما تقلل كمية الابينفرين والنورابينفرين والدوبامين في المخ، ومن تأثيرها على الإنسان: التعب العام، وفقدان الحس في بعض الأماكن، وسرعة خفقان القلب والارتجاف.

جـ - السكرين $C_7H_5No_3S$, Saccharin:

ووزنه الجزيئي ١٨٣,١٨، وهو عبارة عن بللورات بيضاء عديمة الرائحة، لها مذاق حلو في محلول مخفف، يذوب ببطء في الماء، ويذوب في المحاليل القاعدية، ويستخدم كمادة محلية Sweeting agent. وللكشف عنه يذاب حوالى ٠,١ جم من العينة فى ٥ مللي من ٥٪ هيدروكسيد الصوديوم، ثم يبخر ويجفف ببطء، والباقي يحدث له انصهار بطئ على اللهب، ثم يبرد ويذوب فى ٢٠ مللى من الماء، ثم يعادل مع محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك ويرشح. وعند إضافة نقطة من كلوريد الحديديك الى الراشح يظهر لون بنفسجي.

ومن الأضرار التي يسببها السكرين أن الفرد يدمن الطعام، الذى يحتوى على نكهة السكرين، ومن الممكن أن يؤدى إلى السرطان. أما من حيث تأثيره على السلوك العام.. فقد يسبب الإكتئاب والدوخة وعدم وضوح الرؤية «الزغللة» والإصابة بالارق والعصبية والم نصف الرأس، ونشاط زائد يصعب التحكم فيه Hyperactivity.

ويتميز النشاط الزائد عند الاطفال بالآتي: السلوك الاندفاعي، واللامبالاة، وقلة الانتباه، وارتفاع النشاط الحركي، وعدم الاستقرار فى الانفعال، وعدم المقدرة على القيام بعمل شاق.

د - مكسبات اللون:

*** الزعفران Saffron ($C_{44}H_{64}O_{24}$):**

وهو يوجد في الجزء العلوى الجاف من زهرة الزعفران، وهو عبارة عن مسحوق أصفر ذهبي أو بني، وله طعم لاذع ورائحة مميزة، ويعطى لوناً اصفر للوسط السائل، ويعطى

لوناً أصفر باهت مع الأثير.

وللكشف عنه : يضاف حمض الكبريتيك إلى العينة، ويعطى لوناً أزرق يتغير إلى البنفسجى بالتدريج، ثم الأحمر الفاتح وأخيراً البنى.

*** الاريثروسين Erythrosin :**

وزنه الجزيئى ٨٧٩,٨٧، وهو عبارة عن مسحوق أو حبيبات حمراء، تذوب فى الماء والإيثانول وتعطى لوناً أحمر.

طريقة التعيين: يذاب حوالى ١ جم من العينة فى ٢٥٠ مللى من الماء، ثم ينقل الى كأس سعته ٥٠٠ مللي، ويضاف اليه ٨,٠ مللى من ١,٥ عياري من حمض النيتريك ويقلب جيداً. نرشح فى بوتقة معلومة الوزن، ثم نغسل الراسب بحمض النيتريك «٥,٪»؛ حتى لا يعطى الراشح أى تعكير مع نترات النحاس، ثم يغسل بالماء «٣٠مللى»، ثم يجفف عند حوالى ١٣٥م، وبرفق يكسر الراسب بساق زجاجية، ويبرد فى وعاء التجفيف، ويتم وزنه، ثم يحسب بواسطة القانون.

$$\text{نسبة المادة الملونة} = \frac{\text{وزن الراسب} \times ١٠٥,٣}{\text{وزن العينة}}$$

ومن أضرار استخدام ملونات الطعام الصناعية ما يأتى :

يستخدم التترازين (FD, C yellow No_5) فى الطعام، وبعض الأدوية. وخلال عام ١٩٧٠ ظهرت بعض حالات الحساسية نتيحة لاستخدام هذه الأدوية؛ مما أدى إلي تنظيم استخدام هذه الصبغة ووضع القواعد لها.

ومن الأعراض الجانبية : الحساسية وألم بالبطن والزغللة والارتيكاريا والأزمة الصحية والتهاب بالمفاصل. ومن تأثيرها على السلوك : سرعة التهيج، وعدم الشعور بالراحة، وعدم انتظام النوم، والاكتئاب، وعدم التركيز، وفقد المقدرة على التعلم، وسرعة الغضب، والتقليل من المقدرة على الحركة.

ومن الأبحاث التى أجريت في هذا المجال، ثبت أن ملونات الطعام tartrazine, erythrosine, fastgreen تعمل على انخفاض محتوى المخ من الدوبامين والموصلات العصبية الأخرى، مثل: السيروتونين، والنورابينفرين، وتعمل على انتشار الأستيل كولين من الجهاز الباراسمبثاوى.

والأعراض الناتجة من استخدامها تكون نتيجة طبيعية لتغير محتوى المخ من هذه الموصلات العصبية.

الفصل السابع

التلوث البيئى والجهاز العصبى

التلوث البيئى والجهاز العصبى

ماذا نعرف عن البيئة ؟

تعرف البيئة (Ecology) على أنهـا ذلك الوسط الذى يحيط بالإنسـان، ويعيش فيه مثل الظروف المناخية والجيولوجية والكميائية والطبيعية، وهذه الظروف مرتبطة ببعضها وأى تغير في واحد منها، يتبعه تغير فى النظم الاخرى.

هذا.. ويعتـبر التلوث من العوامل الرئيسـيـة، التي تتـسبب في اضطراب التوازن البيئى، الذى يتسبب فيه الإنسـان؛ نتيجة لإخلاله بتوازن البيئة. وقد اتفقت جميع الدراسات أن الصفات الأساسية لمكونات الطبيعة قد تغيرت؛ نتيجة لتصرفات وسلوك الإنسان التي يحكمها العقل البشرى. والجدير بالذكر ان الله تعالى خلق كل شئ بمقدار، وسبحانه وتعالى الذى يعلم أن هذا القدر هو الذى يكفل لأى عنصر من عناصر البيئة أن يؤدي دوره المحـدد فى صنع الحـيـاة «إنا كل شئ خلقناه بقـدر» صـدق الله العظيم (القمر/٤٩) ويرى العلماء أن الإقلال من نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجو والغازات الاخرى مثل الميثين وأكسيد النترات تعتبر على الاقل من الإجراءات الوقائية. ومن ناحية أخرى، ترجع ظاهرة ثقب الأوزون الى مادة الهيدروكلور وكاربون المستخدمة فى صناعة الاسبراى، وفى بعض الأجهزة الكهربية كالثلاجات وأجهزة التكييف، والتى ينطلق منها الكلور فى الجزء العلوى من الغلاف الجوى.

وكلمة التلوث تعني اختلاط أى شيء غريب بمكونات المادة وتسهم الرياح والتيارات المائية والهوائية في نقل الملوثات من بلد إلي آخر، فتنقل الرياح الدخان والغازات الناتجة من المصانع من بلد إلى آخر، كما تنقل أمواج البحر بقع الزيت والنفايات التى تلقى من مكان الى آخر، مهددة بذلك الإنسان والأحياء المائية.

أولا : تلوث الهواء :

من المسلم به أن تلوث الهواء من أكبر المشاكل التى تواجه العالم؛ وبخاصة الدول

الصناعية، ويتلوث الهواء عند وجود مواد غازية أو سائلة أو صلبة؛ خاصة ما ينتج عن احتراق المواد العضوية.

ومن أمثلة المواد الملوثة:

١ - أول أكسيد الكربون (Co)، وهو ينتج من الاحتراق الكامل لمختلف أنواع الوقود العضوى (كالفحم والمازوت)، وسمية أول أكسيد الكربون كبيرة؛ لأنه يتحد مع هيموجلوبين الدم مكونا كربوكس هيموجلوبين، ويقلل بذلك من اتحاد الاكسجين بالهيموجلوبين، وينتج عن ذلك نقصه فى الدم وزيادة ضغط الدم، وبذلك يؤدي إلى إجهاد عضلة القلب، وزيادة معدل النبض، وضيق فى التنفس، وتصلب بالشرايين، ونجد أيضا أن الجهاز العصبى يتأثر بذلك؛ مما يؤدى إلى الاضطراب فى الوظائف الفسيولوجية بالجسم.

٢ - ثانى أكسيد الكربون (Co_2): مصدره الرئيسى الحرائق، والتى تتسبب زيادة كميته فى الجو إلى تأخر نمو الكائنات الحية.

٣ - الهيدروكربونات : مركبات عضوية تتكون من اتحاد الهيدروجين والكربون، وقد تؤدى إلى الإصابة بالسرطان.

٤ - مركبات الكبريت: مثل ثانى أكسيد الكبريت، الذى ينتج من عملية احتراق الفحم والبترول، ثم يتحول الى كبريتيد الهيدروجين او حمض الكبريتوز. ويسبب هذا الحمض تهيج الاغشية المخاطية والعيون، ويسبب السعال والامراض الخطيرة بالرئتين؛ مما يؤدى إلى الربو والالتهاب الرئوى، وينتج كبريتيد الهيدروجين من تحلل النفايات، وله رائحة البيض الفاسد، ويسبب شللاً فى أعصاب الشم، وقد يؤدى إلى الوفاة.

ثانياً: تلوث الماء :

من المعروف أن الماء مهم جدا للحياة، ولحدوث جميع التفاعلات والتحولات التى تتم داخل جسم الاحياء، وأثبت علم وظائف الاعضاء أن الماء مهم ليقوم كل عضو

بوظائفه. قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾ ﴾ [الانبياء: ٣٠].

وعلى ذلك فإن المحافظة على مياه النيل من التلوث من الأمور المهمة جدا، والتي يجب الانتباه إليها ويتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية أو النباتية أو المعدنية أو الصناعية أو الكيميائية التي تلقى فيه. والتلوث الكيميائي من أخطر الأنواع؛ لأنه يتعلق بالفضلات الصناعية والكيميائية. وتعتبر المواد الكيميائية التي يحدث لها تراكم من أخطر الأنواع مثل المعادن الثقيلة والمبيدات الحشرية.

وسوف نستعرض بعض الامثلة من المعادن الثقيلة واثارها الجانبية:

١ - الرصاص (Lead):

تتعرض المسطحات المائية للرصاص؛ نتيجة غرق السفن التي تحمل مواد كميائية، يدخل الرصاص فى تكوينها، أو عندما تلقى بعض المعامل الكيميائية بنفاياتها فى المياه. ويتركز الرصاص فى أنسجة الأسماك، وينتقل منها إلى الإنسان مؤديا بذلك الى التسمم. ونجد أن الرصاص موجود فى البيئة التي نعيش فيها وأن التسمم بالرصاص يأتي نتيجة استنشاق غبار به بقايا الرصاص، أو عن طريق دخوله إلى القناة الهضمية نتيجة اختلاطه بالمواد الغذائية أو الأسماك.

ويحدث امتصاص للرصاص بعد دخوله للقناة الهضمية. ويمتص الجسم حوالى من ٥-١٠٪ من الرصاص المأخوذ، وتتوقف كمية امتصاصه على وجود عناصر أخرى؛ فمثلا عند وجود الايونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم والزنك.. فإنها تعوق من امتصاصه، وفى غيابها يمتص بكمية أكبر، وتكون سميته أكبر.

ويوزع الرصاص على أنسجة الجسم بعد امتصاصه، ونجد أن التأثير الأول على كرات الدم الحمراء فيتحد بها الرصاص، ثم الأنسجة (soft tissues) مثل الكلية والكبد، ثم الأنسجة الكلسية (Calcified tissues) مثل العظام. ويحدث إخراج عن طريق الجهاز الإخراجي وفى البراز، وتترسب منه كمية فى الشعر والأظافر.

وفى بادىء الأمر، فإن حاجز المخ (Blood brain barrier) يمنع دخول الرصاص إلى

المخ، ولكن مع تراكمه وزيادة كميته يستطيع أن يعبر حاجز المخ. ونجد أن سرعة وصوله الى المخ أكبر فى حالة صغار السن عن كبار السن.

وعند دخوله الى المخ، تتركز كمية منه فى قرين آمون والمخيخ وتحت المهاد البصرى والجسم المخطط والقشرة المخية والمخ المتوسط، ومن أعراض التسمم بالرصاص:

ألم بالبطن – خلل فى الجهاز الطرفى – ضعف بالعضلات وخاصة الذراع والقدم – التعب العام – الصداع – فقدان الشهية وفقدان الوزن – الأنيميا – التهيج العصبى – عدم انتظام فترات النوم – الإكتئاب والقلق، وبالإضافة الى ذلك تظهر أيضا أعراض فقد الذاكرة، وعدم التركيز، وعدم وضوح الرؤية، وتغير فى الجهاز الحسى.

وأعراض تسمم الرصاص فى الاطفال تشمل:

فقدان الشهية – ألم بالبطن وقئ – تعب عام – دوخة – تهيج عصبى – تشنج – غيبوبة.

وقد وجد أن التهاب المخ يتعرض له الأطفال أكثر من كبار السن، ومن الأبحاث التى أجريت على حيوانات التجارب، وجد أن التعرض للرصاص أثناء النمو يؤدى إلى صغر حجم المخ، وأكثر المناطق عرضة للإصابة والتدمير، هى: مناطق القشرة المخية والمخيخ وقرين آمون.

ويؤدى ظهور الرصاص فى الأوعية الدموية التى تغذى المخ إلى موت الانسجة، وظهور الجلطة بالمخ، وتعتبر هذه الأعراض الأولية لتسمم الرصاص، يليها تغير فى الخلايا العصبية. وبذلك يعمل الرصاص ويساعد على عدم انتشار بعض الموصلات العصبية، مثل: الاستيل كولين، وعدم تكسيرها فى منطقة قرين آمون؛ مما يؤدى إلى وقف وظائف الاستيل كولين فى الجهاز العصبى، وقد وجد أيضاً أن الرصاص يؤثر على وظائف أحاديات الأمين، أو الكاتيكول آمين بالمخ.

وللعلاج السريع تعطى بعض العوامل الكُلابية (Chelating agents)، والتى تتحد بقوة مع المعادن مثل الرصاص، وتعزله من الجسم، وتجعله قابلاً للذوبان يمكن خروجه من الجسم.

٢ - الزئبق (Mercury):

يوجد عنصر الزئبق في الأحجار والتربة والماء والهواء، وهو غير قابل للذوبان فى الماء، ولكنه في حالته المتأينة يمكن أن يدخل فى تركيب المركبات السائلة، التي تصرف ضمن مياه الصرف الناتجة من المصانع الكيميائية.

والزئبق فى حالته العادية لا يسبب تسمماً عن طريق الفم، ولكن أبخرة الزئبق المتطايرة من المصانع – لها أضرار جسيمة – فبمجرد دخوله الى الجسم، يذوب فى الدم ويحمل الى المخ، ويتحول بداخله إلى صورة مؤكسدة (Hg++) . وهذه الصورة لا تستطيع أن تعبر حاجز المخ، وبذلك تتراكم بداخله. ومن العلامات المميزة للتسمم بالزئبق: الرعشة او الارتجاف، يليها الشعور بالتعب، والأرق، والتهيج العصبى، وفقدان الشهية.

وقد وجد أن الإكثار من استخدام كلوريد الزئبق (Mercuric cholride) فى بودرة تنظيف الأسنان يؤدى إلى ظهور مرض يعرف باسم المرض القرنفلى (pink disease) فى الأطفال، ويتميز هذا المرض بظهور اللون القرنفلى (الأحمر) فى اليدين والقدمين والوجه، وزيادة كمية اللعاب والعرق، ومغص شديد، واختلال فى وظائف الجهاز العصبى المركزى، وألم بالقدم واليدين والتهيج والارتعاش والخوف من الضوء.

ومن أخطر المركبات على الجهاز العصبى المركزى، مركب ميثيل الزئبق (Methylmercury)، الذى يستخدم كمبيد للفطريات (Fungicides)؛ فوجد أن هذا المركب سبب سمية للمزارعين؛ مما أدى الى وقف استخدامه وهذا المركب يتركز فى جسم الأسماك، ومنه ينتقل إلى الإنسان.

ومن العلامات المصاحبة لتدمير واتلاف الجهاز العصبى نتيجة التسمم بميثيل الزئبق ما يلى:

أ – الاضطراب فى الحس (Sensory disturbance) مثل: تشوش الحس – فقدان الحس بالأصابع – عدم وضوح الرؤية – فقدان السمع – الإحساس بالألم فى القدم.

ب – الاضطراب فى الحركة (Motor disturbance) مثل: التعب وعدم الوقوف بثبات مما

يؤدى إلى الوقوع – الارتجاف – عدم المقدرة على الحركة بسرعة – والصعوبة فى الكلام.

جـ – الأعراض الأخرى مثل : الصداع – وزيادة كمية اللعاب واضطراب الذاكرة وعدم وضوح الرؤية؛ نتيجة التلف الذى يصيب القشرة المخية التي يوجد بها مركز البصر.

٣ – الألومنيوم Aluminum :

يعتبر الألومنيوم من المعادن التي توجد فى القشرة الأرضية بنسبة ٨٪ من مكوناتها. ويوجد متحداً بالأكسجين (AL_2O_3)، ويوجد الألومنيوم فى البيئة المحيطة فى الماء والنبات والتربة.

يمتص الألومنيوم عن طريق القناة الهضمية، ويتأثر امتصاصه بوجود معادن أخرى مثل الفلوريد الذى يعوق من عملية امتصاصه. وبمجرد دخوله إلى الدم يتوزع على أنسجة الجسم المختلفة والعظام والكبد والعضلات، ويستطيع أن يعبر حاجز المخ، ويتراكم بالمخ. والكمية الكبيرة منه لها تأثير ضار على الجهاز العصبى. ومن الدراسات العديدة، وجد أن الألومنيوم يسبب تحطيم وإتلاف الأعصاب المخية والخلايا المخية، ويعمل على تغيير طبيعة حاجز المخ، الذى ينظم تبادل المواد بين المخ وأنسجة الجسم الأخرى.

وتغير طبيعة هذا الغشاء الفاصل تؤدى إلى دخول المواد السامة الأخرى إلى المخ.

ومن أعراض التسمم ما يأتى :

الجنون وتغيير طبيعة الإنسان والإصابة بمرض البارانويا (جنون الاضطهاد) والفوضى وضعف الإدراك وهذيان الحمى. ومع تقدم المرض، يؤدى إلى عدم التناسق العضلى والتشنج وينتهى بالموت.

٤ – الكادميوم (Cadmium) :

يستخدم الكادميوم فى صناعة الزنك وأصباغ المواد البلاستيكية والدهانات، ويتم تصريف النفايات التي تحتوى عليه إلى المسطحات المائية.

ويخترق الكادميوم الموجود فى التربة جذور النباتات، ويصبح جزءاً من أنسجتها. ويخزن الكادميوم أيضا فى الحبوب والخضروات مثل السبانخ.

ويدخل الكادميوم الجسم عن طريق القناة الهضمية والجهاز التنفسى. وتعتبر سرعة امتصاصه بطيئة، وانخفاض الوجبة من البروتين والكالسيوم أو الحديد يزيد من امتصاصه وتركيز كميته فى الكليتين والكبد، وزيادة نسبته داخل الجسم تؤدى إلي فقدان حاسة الشم، وقد وجد أن حاجز المخ يقلل من مرور الكادميوم إلي المخ ولذلك نجد أن تأثيره على الجهاز العصبى المركزى قليل، ومن التجارب التي أجريت على حيوانات التجارب، ثبت أن التعرض المزمن للكادميوم يسبب تعباً فى القدم، وضموراً فى العضلات، وتحطيم الخلايا والألياف العصبية.

ويعمل الكادميوم على عدم انتشار بعض الموصلات العصبية، عند التقاء الأعصاب بالعضلات، وذلك عن طريق إيقاف عمل الكالسيوم عند منطقة ما قبل التشابك العصبى؛ مما يؤدى إلى عدم إنتشار الاستيل كوين.

وعند تعرض أمهات حيوانات التجارب لكمية كبيرة من الكادميوم، يؤدى إلى قصر قامة الجيل التالى؛ لأنه يهاجم العظام ويؤدى إلى تأخر وبطء فى التعلم، ويؤثر على الجهاز العصبى.

ثالثاً: البيئة والطاقة الذرية:

وجد أن الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية والتكنولوجيا النووية فى جميع أشكالها تؤثر تأثيراً مباشرا على البيئة بطريقة سلبية أو إيجابية؛ فمن الممكن أن تستخدم التكنولوجيا فى توفير منتج خال من الملوثات البيئية أو تخليص البيئة من الملوثات، ويستخدم أيضاً التعقيم الإشعاعى لكثير من المعدات؛ لتطهيرها فى المجال الطبى. وتستخدم النظائر المشعة فى التشخيص والعلاج الطبى، وفى تطور المنتجات الزراعية، وفى مجالات البحوث تتكون النفايات المشعة؛ نتيجة لعديد من الأنشطة والتطبيقات النووية، مثل: أعمال التنقيب، واستخراج العناصر المشعة من مصادرها وتشغيل المفاعلات الذرية.

وقد ينتج من ذلك حوادث غير متوقعة، مثل التى حدثت بعد حادثة تشرنوبل عام

١٩٨٦، وما صاحبها من عديد من الملوثات المشعة، التي انتشرت بين الدول المجاورة. وينطبق لفظ النفايات المشعة على كل ما يحتوى على ملوثات مشعة، تزيد عن المستويات المسموح بها لكل دولة، ويهتم المسئولون في هذا المجال بتطوير وسائل الحد من انتشار هذه الملوثات فى البيئة، والتخلص منها.

والجدير بالذكر أنه توجد فى الطبيعة بعض العناصر المشعة، أهمها: اليورانيوم والثوريوم وغيرها. وتقوم الدول باستكشاف ما بها من اليورانيوم؛ لاستخدامه فى البرامج النووية وللأغراض التجارية. وتتضمن دورة الوقود النووى تشغيل المنشآت الخاصة بمراحل تحويل اليورانيوم، وتصنيع وحدات الوقود النووى. وينتج عن ذلك كميات هائلة من النفايات المشعة، تتضمن عديداً من النظائر المشعة لليورانيوم، ومجموعة كبيرة من نواتج الانشطار النووى. وتتجمع النفايات المشعة فى صورة مختلفة (غازية وسائلة وصلبة)، والتى يمكن تقسيمها الى مجموعتين:

* النفايات المشعة قصيرة العمر (Short lived wastes)، والتى تحتوى على نظائر مشعة، يتراوح نصف عمرها حتى ٣٠ عاماً.

* النفايات المشعة طويلة العمر (long level or lived wastes)، والتى تحتوى على نظائر مشعة، يزيد نصف عمرها عن ٣٠ عاماً.

١ - الإنسان والنفايات المشعة :

يتأثر الإنسان بالتلوث الاشعاعى الذى يوجد فى البيئة المحيطة به، ويتأثر به بصورة مباشرة أو غير مباشرة؛ نتيجة لدورة الملوثات المشعة فى البيئة، وتناول بعض الأغذية والمشروبات الملوثة. وفيما يلى بعض صور الملوثات المشعة :

أ - الانتشار الجوى (Atmospheric dispersion) :

تعتبر من أهم عوامل انتقال المواد المشعة الناتجة من التسرب الاشعاعى، أو من المحطات فى بعض المنشآت النووية. ويلعب الهواء دورا مهما فى انتقالها عبر الحدود الاقليمية بين الدول المجاورة مما يؤثر علي الانسان تأثيرا مباشرا وتساقط الغبار الذري على الاراضى

ما تم رصده من نظائر مشعة بعد حادثة مفاعل تشرنوبيل عام ١٩٨٦

Nuclide	Half - Life	Major decay
H-3	12.35a	β–
Sr-89	50.5d	β–
Sr-90	28.7d	β–
Zr-95	64.09d	β–γ
Nb-95	35.0d	β–γ
Mo-99	2.7476d	β–γ
Ru-103	39.272d	β–γ
Ru-106	372.6d	β–
Ag-110m	249.79d	β–γ
Cd-115	2.2d	β–γ
Sb-125	1008.1d	β–γ
Sb-127	3.9d	β–γ
Tc-129m	33.6d	β–γ
Tc-131m	30.0d	β–γ
Tc-132	3.204d	β–γ
I-131	8.021d	β–γ
I-133	20.3h	β–γ
Cs-134	754.2d	β–γ
Cs-136	13.0d	β–γ
Cs-137	30.0a	β–
Ba-140	12.751d	β–γ
Cc-141	32.50d	β–γ
Cc-144	248.45d	β–γ
Np-239	2.355d	β–γ
Am-241	432.0a	αγ
Cm-242	162.94d	α
pu-238	87.70a	α
Pu-239/240	2.411 x 10^4 a/6.563x10^3a	α/α
Pu-241	14.35a	β–
Pu-242	3.735 x 10^3 a	α

Half - life given in minutes (min), hours (h), days (d) and years (a). One year = 365.25 days.

الزراعية ومصادر المياه يترتب عليه تلوث المواد الغذائية والمشروبات، وبالتالى الضرر المباشر للإنسان.

ب - الانتشار المائى (Aquatic dispersion):

تنتقل الملوثات الاشعاعية عبر المياه الى الإنسان. ويتوقف هذا على معدل التخفيف وكمية مياه الصرف الملوثة، وما تحتويه من نظائر مشعة.

وتنتقل الملوثات الإشعاعية السالفة الذكر الى الانسان؛ نتيجة امتصاص هذه المواد وترسيبها فى بعض النباتات، أو فى الأنهار أو مصادر المياه المختلفة. وتنتقل الى الإنسان؛ نتيجة تواجده فى أماكن بالقرب من تخزين النفايات المشعة ومصادر المياه الملوثة.

جـ - المواد الغذائية المحتوية على النظائر المشعة:

تعتبر الأغذية بصفة عامة والألبان ومنتجاتها بصفة خاصة من المواد المهمة لتركيز النظائر المشعة لعناصر اليود والسترونشيوم والسيزيوم والمنجنيز نتيجة انتشار الملوثات المشعة بالأماكن الزراعية والأسماك والمنتجات البحرية يتركز بها عديد من العناصر المشعة.

رابعا : البيئة والمبيدات الحشرية:

من المعروف أن المبيدات الحشرية من العوامل الرئيسية فى تلوث البيئة؛ فقد وجد أنها تؤثر على الموصلات العصبية، التي توجد فى الجهاز العصبى.

وتنقسم المبيدات الحشرية إلى ثلاثة مجموعات رئيسية:

١ - المركبات العضوية الفوسفورية (Organophosphorus Comp.): يطلق على هذه المجموعة الغازات العصبية (Nerve gas)، وتشمل: الاسترات والأميدات لحمض الفوسفوريك.

٢ - مركبات الكلوريدات العضوية Organochlorine: استخدمت هذه المركبات على نطاق واسع فى جميع الأغراض الزراعية وللقضاء على الحشرات، وتتميز هذه

المجموعة بأنها ذات :

أ – مقدرة على الذوبان فى الدهون، ولذا فإن لها تأثيراً قويًا على الإنسان .

ب – تركيب كميائى ثابت .

جـ – معدل بطئ فى التكسير أو التحويل البيولوجى؛ ولهذا فان تأثير هذه المركبات قوي لثباتها في البيئة لأعوام، وبالتالى تتوارث تأثيرها الأجيال .

ومن أمثلة هذه المجموعة : د.د.ت (DDT) والليندال (Lendal)

٣ – مجموعة الكرباميد Carbamate :

تستخدم هذه المجموعة فى القضاء على الحشرات والطحالب والسوس . وتستخدم على نطاق واسع؛ وذلك لتأثيرها القوى الممتد المفعول . ومن الآثار السامة لكل من الكرباميد والمركبات الفوسفورية : منع نشاط الإنزيم المحلل للاسيتيل كولين (Acetylcholin esterase)؛ مما يؤدى إلى تراكم الاستيلى كولين على المستقبلات الخاصة به، وظهور أعراض سمية، مثل إسالة الدموع واللعاب، والتشنج الذى يؤدى إلى الموت .

ومن الأنواع الشائعة من مجموعة الكرباميد مادة الكرباريل Carbaryl، وهي عبارة عن بللورات بيضاء، لا تذوب فى الماء، وثابتة فى درجات الحرارة العالية، وتتحلل فى الوسط القاعدى .

ويحدث لها تكسير فى التربة، عن طريق التحليل الكيميائى والميكروبى فى التربة والماء والنبات .

هذا . . ويحدث امتصاص سريع للكرباريل فى الرئتين والقناة الهضمية، وأيضا عن طريق الجلد .

ووجد أن ٨٥٪ مج / كجم من الكرباريل، تؤدى إلى نقص فى كمية التريبتوفين، وأيضا ٦٠ مج / كجم تؤثر على السيروتونين في منطقة تحت المهاد البصرى بالمخ .

ومن دراسات عديدة فى هذا المجال، وجد أن الكرباريل له تاثير قوي على الكاتيكول آمين مثل السيروتونين والنورابينفرين والدوبامين؛ مما يؤدى الى حدوث رعشة في الجسم.

٤ - كربون رباعي الكلوريد (Carbon tetrachloride):

اكتشف في عام ١٨٤٩، وكان يستخدم في الأغراض الطبية، ولكن الآن أصبح استخدامه قليل؛ نظرا لأعراضه الجانبية. ويستخدم على نطاق واسع فى تخزين الحبوب، وقليل فى حفظ الأطعمة.

الأعراض السمية:

١ - يغير من طبيعة الغشاء الدهني للشبكة الاندوبلازمية بالكبد، وهذه أولى علامات تاثيره على الكبد.

٢ - يمنع تكوين البروتينات.

٣ - يمنع إفراز الجليسرات الثلاثية من الكبد الى البلازما.

٤ - يعمل علي خفض نشاط الإنزيمات المختلفة بالكبد مثل GoT & GpT .

ومن الدراسات الحديثة وجد ان له تأثيراً مهماً على أحادية الأمين (الكاتيكول امين) فى الجهاز العصبى المركزى.

وخلاصة لذلك فإن الأعراض السمية للمبيدات الحشرية تؤدى إلى تحطيم الخلايا داخل الجهاز العصبى، وتغير من طبيعتها ووظيفتها، وبالتالى يؤدى الى تغيير السلوك، لارتباطه الوثيق بالجهاز العصبى؛ ولهذا لابد من الحد من استخدام هذه المبيدات حفاظا علي الصحة والبيئة.

وبعد هذا الاستعراض لأعراض التلوث البيئى.. فإنه يجب الحفاظ على البيئة وعدم إلقاء النفايات فى المسطحات المائية، وإيجاد مرشحات للمصانع؛ لمنع وجود الأدخنة فى الجو، والحد من استخدام المبيدات الحشرية؛ حتي لا يصاب الإنسان بهذا الكم الهائل من الأمراض.



شرح المصطلحات

شرح المصطلحات

GLOSSARY

- **الجهاز العصبى Nervous system :**

هو الجهاز الذى ينظم الوظائف الحيوية المختلفة بالجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التي تشعر بالمؤثر الخارجى، بأجزاء الجسم التى تستجيب لهذا المؤثر.

- **الخلية العصبية Nerve cell :**

هي وحدة بناء الجهاز العصبى، وتقوم بتوصيل المعلومات فى صورة سيال عصبى.

- **السيال العصبى Impulse :**

هو عبارة عن ومضة كهروكميائية؛ لتوصيل المعلومات بسرعة من خلية عصبية إلى أخرى.

- **المحور Axon :**

هو الجزء الواصل من نهاية الخلية العصبية.

- **جسم الخلية Cell body :**

الجسم المتوسط الذى يحتوى على نواة.

- **الزوائد الشجيرية Dentrities :**

هى مستقبلات للخلية العصبية.

- **التشابك العصبى Synaps :**

الفجوة الواقعة بين محور خلية والخلية العصبية التى تليه.

- **الموصلات العصبية Neurotransmitters :**

هى مواد كميائية، توجد فى نهايات الخلايا العصبية، وتعمل كوسيط لنقل المعلومات.

- الغذاء - الطعام Diet - food :

هو أى شئ يمكن تناوله على صورة سائلة أو صلبة وأحيانا غازية، ويمد الجسم بالعناصر الغذائية المختلفة.

- التغذية Nutrition :

هي مجموع العمليات، التي يحصل بها الكائن الحى على المواد اللازمة له، ويحولها فى الجسم لاستعمالها فى حفظ حياته.

- العناصر الغذائية Nutrients :

هي مواد لا يمكن تخليقها داخل الجسم، ولابد من توافرها في الوجبة الغذائية.

- الامتصاص Absorption :

هى عملية يتم فيها انتقال المادة من وسط إلى الوسط الآخر عن طريق الماء.

- الانتشار :

عملية عشوائية تنتقل فيها المادة من الوسط الأعلى تركيزاً إلى الوسط الأقل تركيزاً.

- الانتشار النشط :

انتقال المادة من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيز، ويحتاج الى طاقة.

- العملية اللاهوائية Anaerobic :

هى العملية التي تتم في غياب الاكسجين .

- السعر الحرارى Calorie :

وحدة قياس الحرارة فى الهندسة وفى الطبيعة، وهذا يعني أن الكيلو سعر =٤،١٨٤ جول، وهي كمية الطاقة اللازمة لرفع حرارة ١ كيلو جرام من الماء من ١٤،٥٠ الى ١٥،٥ درجة مئوية.

- **هدم الجلوكوز Glycolysis :**

تكسير السكريات او الكربوهيدرات .

- **المواد البروتينية proteins :**

هي مجموعة من المواد الغذائية، تحتوى على الكربون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين .

- **الأحماض الامينية Amino acids :**

وحدة بناء البروتين، ويوجد منه حوالى ٢٠ نوعاً مختلفاً .

- **الأحماض الأمينية غير الاساسية Non essential amino acids :**

أحماض امينية يستطيع الجسم تكوينها ومن المفضل وجودها في الوجبة الغذائية .

- **الاحماض الأمينية الأساسية Essential amino acids :**

أحماض أمينية لا يستطيع الجسم تكوينها، ويحصل عليها من الوجبة الغذائية .

- **تغير حالة البروتين Denaturation :**

تغير في حالة البروتين، وشكله عن طريق درجة الحرارة أو الوسط الحامضى او القاعدى، وبصفة عامة هو تكسير الروابط الهيدروجينية فى جزىء البروتين .

- **الإنزيمات Enzymes :**

هي بروتينات تعمل كعامل مساعد فى العمليات الكميائية، وتعمل على تقليل الطاقة اللازمة لاتمام هذه التفاعلات (Activation energy) .

- **الاجسام المضادة Antibodies :**

بروتين يوجد فى الدم، ينتج عن الجهاز المناعى؛ لمهاجمة الأجسام الغريبة .

- **مرافق الإنزيم Co-Enzyme :**

مواد تتحد بالإنزيمات الخاصة بها، وتجعلها فى حالة نشطة، ومعظمها مجموعة من الفيتامينات .

- **الهضم Digestion :**

هى العملية التي عن طريقها يتحول الطعام فى القناة الهضمية إلى مكوناته الاولية؛ ليسهل امتصاصه .

- **آحاديات الأمين Monoamins :**

مشتقات لحمض امينى واحد، وتوجد فى المخ كموصلات عصبية .

- **التريبتوفين tryptophan :**

حمض أمينى يتحول إلى نياسين فى الجسم .

- **النورابينيفرين Norepinephrin :**

مركب مشتق من الحمض الامينى تيروسين . عندما يفرز من الغدة الكظرية « جار الكلية »، يعمل كهرمون، وعندما يفرز من الخلية العصبية يعمل كموصل عصبى فى المخ .

- **الدوبامين Dopamine :**

مركب مشتق من الحمض الامينى تريبتوفين، وهو من أهم الموصلات العصبية فى المخ .

- **الاستيل كولين Acetyl choline :**

من الموصلات العصبية التى توجد فى الجهاز الباراسمبثاوى، ويشتق من الاستيل مرافق الإنزيم أو الكولين .

- **القيمة البيولوجية (.Biological value (B.V :**

تعيين كمية البروتين، عن طريق قياس كمية الغذاء، التي تساعد فى الاحتفاظ بكمية النيتروجين.

- **الاستفادة المثلى للبروتين (Net protein utilization (NPU :**

هى قياس كمية البروتين المتبقية الى كمية البروتين المتغذى عليها.

- **معدل كفاء البروتين Protein Efficiency :**

قياس كمية البروتين، التي تساعد فى زيادة الوزن فى حيوانات التجارب.

- **الاتزان النيتروجينى Nitrogen balance :**

كمية النيتروجين المستهلكة الى كمية النيتروجين المفقودة عن طريق الإخراج.

- **التحول الغذائى Metabolism :**

هى التغيرات التي تحدث لنواتج هضم المواد الغذائية بعد امتصاصها من القناة الهضمية وانتقالها، بواسطة الدم إلى انسجة الجسم المختلفة.

- **التحول البنائى Anabolism :**

هو تحويل المواد البسيطة التركيب إلى مواد معقدة التركيب.

- **التحول الهدمي Catabolism :**

هى تحويل المواد البسيطة التركيب إلى ثاني اكسيد الكربون وماء وطاقة.

- **المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates :**

مجموعة من المواد الغذائية، تحتوى على الكربون والهيدروجين والأكسجين، وتكون نسبة الهيدروجين والأكسجين مثل نسبة وجودهما في الماء ٢ : ١ .

- **الجلوكوز Glucose :**

أحادى التسكر، وهو المصدر الرئيسى لإعطاء الطاقة فى الجسم.

- **الجليكوجين Glycogen :**

الصورة التي يخزن عليها الجلوكوز، ويوجد فى الكبد والعضلات.

- **النشا Starch :**

من السكريات المعقدة أو المركبة، وهو عبارة عن سلسلة من الجلوكوز، مرتبطة مع بعضها بروابط مستقيمة وروابط فرعية.

- **الفركتوز Fructose :**

أحادى التسكر، ويوجد فى الفاكهة.

- **جلاكتوز Galactose :**

سكر أحادى يوجد متحداً بالجلوكوز؛ ليكون سكر اللبن «لاكتوز».

- **المالتوز Moltoe :**

سكر ثنائي عبارة عن ٢ جلوكوز.

- **اللاكتوز Lactose :**

سكر ثنائي عبارة عن جلوكوز + جلاكتوز.

- **السكروز Sucrose :**

سكر ثنائي عبارة عن جلوكوز + فركتوز.

- **اللاكتاز Lactase :**

إنزيم يوجد في الامعاء، ويقوم بتكسير سكر اللبن «لاكتوز» إلى مكوناته «جلوكوز + جالاكتوز».

- **سكريز Sucrase (Invertase) :**

إنزيم يوجد فى الأمعاء، ويقوم بتكسير السكروز إلى مكوناته «جلوكوز + فركتوز».

- الأميلز Amylase :

إنزيم يوجد في الفم بكمية قليلة، وفى الامعاء، وهو يفرز من البنكرياس، ويقوم بتحويل النشا إلى مالتوز.

- المالتيز Maltase :

إنزيم يوجد فى الأمعاء، يقوم بتحويل المالتوز إلى مكوناته جلوكوز + جلوكوز.

- مستوى السكر فى الدم Blood-sugar level :

هى كمية الجلوكز فى الدم، وتعتبر ثابتة فى الافراد ذوى الصحة الجيدة.

- الإنسولين Insulin :

هرمون يصنع في البنكرياس، وهو مهم فى بقاء نسبة الجلوكوز ثابتة فى الدم، وذلك عن طريق إدخاله إلى الخلايا، ويتحول إلي جليكوجين فى الكبد.

- الجلوكاجون Glucagon :

هرمون يفرز من الكبد، ويقوم بزيادة نسبة السكر فى الدم، وذلك عن طريق تحويل الجيليكوجين الى جلوكوز.

- المواد الدهنية Fats :

هي مواد غذائية تحتوى على الكربون والأكسجين والهيدروجين، وتمد الجسم بالطاقة، وتدخل فى تركيب الخلية.

- الخلية الدهنية Fat cell :

مجموعة من الخلايا مخصصة لتخزين الدهون.

- الأحماض الدهنية Fatty acids :

هي وحدة بناء الدهون باتحادها مع الجليسرول، وتكون مشبعة أو غير مشبعة.

- **الأحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids :**

هى الاحماض الدهنية التي لا تحتوى على رابطة ثنائية .

- **الاحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty :**

هى الاحماض الدهنية التي تحتوي على رابطة ثنائية أو أكثر.

- **الدهون المفسفرة phospholipids :**

أحد أنواع المواد الدهنية، وفيها يحل الفوسفور محل حمض دهنى .

- **الليسيثين Lecithin :**

الدهون المفسفرة، ذات دور حيوى فى تكوين غشاء الخلية، ويعمل كمستحلب .

- **الكوليستيرول Cholestrol :**

من المواد الدهنية، ويوجد فى جميع خلايا الجسم، يقوم الكبد بتصنيعه، ويستخدم فى تكوين العصارة الصفراوية والهرمونات الجنسية..

- **الفيتامينات Vitamins :**

مواد عضوية، توجد في الطعام بكميات قليلة، وهى مهمة للنمو، وتجعل الجسم بصحة جيدة . بعضها يذوب فى الماء مثل ڤيتامين ج ومجموعة ڤيتامين ب، والبعض الآخر يذوب فى الدهون مثل أ، د، هـ، ك .

- **البرى برى :**

مرض ينتج من نقص ڤيتامين ب ١ ومن أعراضه : فقد الإحساس بالأطراف، وتعب فى العضلات .

- **الريبوفلافين Riboflavin :**

ڤيتامين ب ٢ .

- **النياسين Niacin :**

فيتامين ب٣ .

- **البلاجرا :**

مرض ناتج من نقص النياسين، ومن أعراضه : الإسهال والتهاب بالجلد .

- **سيانوكوبل أمين Cyanocopl amine :**

فيتامين ب١٢ .

- **الأنيميا الخبيثة :**

مرض ينتج من نقص فيتامين ب١٢، وهى عبارة عن كبر وعدم نضج كرات الدم الحمراء، وتؤدى إلى أضرار بالجهاز العصبى .

- **البيريدوكسين :**

فيتامين ب٦ .

- **الأملاح المعدنية Minerals :**

مركبات غير عضوية، يحتاجها الجسم للقيام بوظائفه الحيوية .

- **الأملاح المعدنية الأساسية Major minerals :**

هى الأملاح المعدنية التى يحتاجها الجسم بكميات كبيرة نسبيا فى الوجبة « حوالى ١٠٠ مجم / اليوم »، وتشمل الكالسيوم والكلور والصوديوم والماغنسيوم والبوتاسيوم والفوسفور والكبريت .

- **الأملاح المعدنية القليلة نسبيا Trace minerals :**

هى الأملاح التى يحتاجها الجسم بكميات قليلة نسبيا، مثل : الحديد والزنك .

- **مضافات الطعام Food additives :**

هى مواد تضاف إلى المواد الغذائية؛ وذلك لحمايتها، وزيادة مدة صلاحيتها، وإعطائها قوام مناسب ونكهة ولون مستحبين .

- **المستحلب Emulsifire :**

مواد لها المقدرة على تكسير حبيبات الدهون فى الماء، وتحويلها إلى جزئيات صغيرة؛ لتكوين محلول متماثل صعب الفصل.

- **المحلول المحايد Buffer :**

المركب الذى يساعد فى ثبات المحلول الحمضى أو القاعدى.

- **الإشعاع Radiation :**

طريقة لتوصيل الحرارة من مكان إلى مكان آخر، غير متصلين ببعضهما.

- **التيبس Rigor :**

تصلب غير عكسى، يحدث فى العضلات أو الانسجة، ويجعلها لا تستجيب لأى مؤثر.

- **البيئة Ecology :**

الوسط الذى يحيط بالإنسان ويعيش فيه.

- **التلوث :**

اختلاط أى شيء غريب بمكونات المادة.

- **الهيدروكربونات :**

مركبات عضوية تتكون من اتحاد الهيدروجين والكربون.

- **المبيدات الحشرية Pestecides :**

مواد كميائية تستخدم فى القضاء على الحشرات والآفات والجرذان والطحالب، ومن الممكن أن تزيد من مشاكل التلوث.

المراجع

أولاً المراجع العربية

١ – د. فؤاد خليل – د. محمد رشاد الطوبى – د. أحمد حماد الحسينى – د. محمود حافظ – د. عطا الله خلف الدوينى: علم الحيوان العام لطلبة الجامعات والمعاهد العليا. مكتبة الأنجلو المصرية ص ٩٠١ – ١٠٤١ (١٩٧٦).

٢ – محمد عبد القادر الفقى: البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث «رؤية إسلامية». مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع، ص ٨ – ٦٧. (١٩٩٣)

٣ – محمد الصاوى محمد مبارك: البحث العلمى: أسسه وطريقة كتابته. المكتبة الأكاديمية – الطبعة الأولى ١٩٩٢.

٤ – تقرير عن مؤتمر الامم المتحدة للتنمية والبيئة «قمة الارض» فى ريودى جانيرو، الفترة من ٣ آلى ١٤ / ٦ / ١٩٩٢ – الهيئة العامة للاستعلامات – وزارة الإعلام.

٥ – وقائع المؤتمر الثاني للاستخدام السلمية للطاقة الذرية– الجزء الأول ، اكتوبر ١٩٩٥ – الهيئة العربية للطاقة الذرية – تونس بالاشتراك مع هيئة الطاقة الذرية المصرية فى الفترة من ٥–٩ / ١١ / ١٩٩٤. الناشر الهيئة العربية للطاقة الذرية.

ثانياً : المراجع الأجنبية

- American Medical Association (1983)

Sodium in processed foods, J. of Am. Med. Ass. 249 (6): 784-798.

- American Medical Association (1987).

Vitamins as dietary supplements and as therapeutic agent, J.of American Medical Ass. 257 (14) :1929-1936.

- American Dietetic Association (1991).

Position of the american Dietetic Association, Fat replacement, J. of Am. Dietetic As. 19 (10) : 1285 - 1288.

- Albin, R. L.; Albers, J. W.; Greenberg, H. S.; Townsend, J. B.; Lynn, R.B.; Burke, J. M. and Alessi, A. G. (1987).

Actue sensory neuropathy-neuropathy from pyrydoxine over dose. Neurology, 37: 1729-1732.

- Anthony, D.C. and Graham, D.G. (1991).

Toxic responses of the nervous system In: Toxicology, the basic science of poisons, 4th. ed. Pergamon Press, pp. 407-429.

- Arnold, L.E.; Christopher, H; Huestis, R.D. and Smeltzer, D.J. (1978) Megavitamins for minimal brain dysfunction, J. American Med. Ass. 240: 2642-2643.

-Avioli, L.V. (1988).

Calcuim and phosphorus In modern nutrition in Health and Disease,

7th ed., M.E. Shils and V.R. Young, pp. 142-158, Philadelphia, Lea & Febiger.

- Babsky, E.; Khodorov, B.; Kositsky, G. and Zubkov, A. (1975).

  Human Physiology. Vol. (1), edited by E. B. Babsky translated form the Russian by Aksenovce, L. Translation Edited by H. C. Creighton English translation, Mir Publishers, Moscow.

- Barclay, L.L.; Gibson, G.E. and Blass, J.P. (1981)

  The string test: An early behavioral change in thiamine deficiency.

  Pharmacology, Biochem. and Behav. 14:153-157.

- Berdick, M. (1982)

  Safety of food colors.

  In Nutritional toxicology, Vol. I, ed. J.N. Hathcock, pp. 383-434.

  New York: Academic Press.

- Bender, D. A. and Totoe, L. (1984)

  High doses of Vit B2 in rat

  J. Neurochem., 43 (3): 733-736.

- Bunyan, J.E.; Murrell, A. and Shah, P.P. (1976)

  The induction of obesity in rodents by means of monosodium glutamate.

  British J. of Nutrition 35L25-39.

- Callaway, C. W. (1987)

  Statement of vitamin and mineral supplements, J. of Nutrition 117: 1649.

- Comporti, M. (1985)

Lipid peroxidation and cellular damage in toxic liver injury, Lab, Invest., 53:599-923.

- Conners, C.K. (1980)

Food additives and hyperactive children, New York: Plenum.

- Cohen, S. M. (1986)

Saccharin: Past, present and future, J. of American dieteic Assoc. 86 (7): 929-931.

- Dakshinamuzti, K.; Sharma, S.K. and Bouk, D. (1988)

Monoamines in thiamine dificient rats; Neurochem. Res., 13(12): 1199-1206.

- Dallman, P.R. (1986)

Biochemical basis for the manifestation of iron deficiency; Annual Review of Nutrition 6: 13-40.

- Deboyser, D.J.; Goethals, F.; Krach, G. and Roberfroid, M. (1989)

Investigation into the mechanism of tetracycline induced steatosis: study in isolated hepatocytes. - Toxicol. Appl. pharmacol., 97: 473-479.

- Devlin T.M. (1986)

Textbook of biochemistry with clinical correlations 2nd. ed. New York, Jhon Wiley, 1986, p. 980.

- Dianzani, M.U. (1979)

Reactions of the Liver to injury: Fatty liver. In Farber, E., and Fisher, M.M. (des): Toxic injury of liver, part A. Marcel Dekkar, Inc., New York, pp. 281-331

- Dipalma, J.R. (1990)

Tartrazine sensitivity; Am. Fam. Physician, 42 (5): 1347-1350.

- Dreyfus, P.M. (1988)

Vitamins and neurological dysfuction. In Nutritional modulation of neural function. ed. Morley, J.E.; M.B. Sterman, and J.H. Walsh, pp. 155-164. New York: Acaemic Press.

- Drummond, K. E. (1994)

Nutrition for the food service professional 2nd. ed., Van Nostrand Reinhold, New York.

- Ecobichon, D.J. (1991)

Toxic effects of pesticides

In: Toxicology - The basic of poisons 4th. ed. - Pergamon Press Member of Maxwell Macmillan. Pergamon Publishing Corporation, pp. 656-622.

- Edgerton, V.R.; Ohira, Y.; Gardner, G. W. and Senewiratne, B. (1982)

Effects of iron-deficiency anemia on voluntary activities in rats and humans. In Iron deficiency: Brain biochemistry and behavior, ed. E. pollitt and R.L. Liebel, pp. 141-160. New York: Raven Press.

- FAO/WHO

Food additives, Data sysyem evaluation by joint FA O/WHO Expert committee on food additives, 1956-1984, Director Publications division, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, via delie jereme di caracalla, 00100 Rome, italy.

- Fernstrom, J.D. (1997)

Effects of the diet on brain neurotransmitters, Metabolsim 26: 207-322.

- Fernstrom, J.D. (1986)

Acute and chronic effects of protein and carbohydrate ingestion on brain tryptophan levels and serotonin synthesis., Nutrition reviews/ supplement 25-36.

- Galler, J.R.; Ramsey, F.; Solimano, G. and Lowell, W.E. (1983

The influence of early malnutrition, on subsequent behavioral development, classroom behavior. - J. of Child Psychiatry 22: 16-22.

- Ganong, W.F. (1975)

Review of medical physiology 7th edition, Lange Medical Publication Los Altos, California.

- Garattini, S. (1979)

Evaluation of the neurotoxic effects of glutamic acid. In: Nutrition and the brain, vol. 4, ed. Wurtman, R. J. and J. J. Wurtman, pp. 97-124, New York, Raven Press.

- Goodman, G. A.; Goodman, L. S. and Gilman, A. (1980).

The pharmacological basis of therapeutics. Sixth ed., Macmillan Publishing Co. Inc., New York.

- Guthrie, G. M.; Masangkay, A. and Guthrie, H. A. (1976)

Behavior, malnutrition and mental development. Gross-cultural Psychology 7: 169-180.

- Grundy, S. M. (1990)

Cholestral and coronary heart disease. Fuyure direction. - J. of Am Medical Ass. 264:3053.

- Halas, E.S. (1983)

Behavioral changes accompanying zinc deficiency in animals. In Neurobiology of trace elements. Vol 1, ed. ,I. E. Drosti and R. M. Smith, pp. 213, 243. Califton, N. J. Humana press.

- Halkerston, J.D.K.

The National Medical series for independent study. 2nd. ed., Biochemistry National Medical Series from Williams & Wilkins Baltimore, Hong Kong, London, Sydney.

- Hamilton, E. N.; Whitney, E. N. and Sizer, F. S. (1991)

Nutrition concepts and controversies 5th ed., West Publishing Co. Stapul, New York, los Angles, San Francisco.

- Harper, H. A. (1971).

Review of physiological chemistry, 13 ed., Lange Medical Publication Maruzan Co. Ltd.

- Haslam, R. H. A.; Dalby, J. T. and Rademaker, A. w. (1984)

Effect of megavitamin therapy on children with attention dificit disorders. - pediatrics, 74: 103-111.

- Hassan, A. (1971)

Pharmacological effects of carbaryl.

I. The effect of carbaryl on the synthesis and degradation of catecholaminnes in the rats. - Biochem. Pharmacol., 20:2299-2308.

- Hautvest, J.G. A.J. (1987)

Panel summary statements: proteins and selected vitamines.- Am. J. of clinical Nutrition 45 (5): 1044-1046.

- Hekman, S.B.; Robrts, S.L. and hekman, F.M. (1988)

Integrated principles of zoology, 8th ed. Times Mirror, Mosby College Publishing.

- Herbert, V. and Colman, N. (1988).

Folic acid and vitamin B 12. In modern nutrition in health and disease. 7th ed., M. E. Shils and V. R. Yong, pp. 366-418. Philadelphia: Lea& Fegbiger.

- Hutchinson, A. P.; Carrick, B.,: Miller, K. and Nicklin, S. (1992)

Adverse reaction to synthetic food colours interactions between tatrazine and muscarinic acetylcholine receptors in isolated guinea-pig ilum. - Toxical. Lett., 60(2): 165-173.

- Kanarek, R.B.; Marks-Kaufman, R. (1991)

Nutrition and Behavior. Published by Van Nostrand Reinhold, New York.

- Kaney uki, T.; Morismasa, T. and Shohmori, T. (1988)

Influence of pyridoxine on binding of serotonin receptor in CNS of rat.- Neurosci., 18 (2): 83-88.

- Kubo, T.; Kohira R.; Okano, T. and Ishikawa, K. (1993)

Neonatal glutamate can destroy the hippocampal CAI structrue and impair discrimination lerning in rats. - Brain Res. 616 (1-2): 311-314.

- Laidlaw, S. A. (1986)

Indispensable amino acids. - Nutrition and the MD. (August), pp. 1-3

- Lamb, R. G.; McCue, S. B.; Taylor D. R. and McGuffin, M. A. (1984)

The role of phospholipid metabolism in bromobenzene and carbon tetrachloride depenent hepatocyte injury - Toxicol. Appl. pharmacol., 75:510-520

- Lee, N. S.; Muks, G.; Wagner, G.C. and Reynolds, R.D. (1988)

Enhanced sensitivity of cerebral purkinje cells to thiamine deficiency Brain Res.; 18: 327: 249-258.

- Levine, A.S.; Labuza, T.P. and Morley, J.E. (1985)

Food technology a primer for physicians - New England J. of Medicine 312, 628-633.

- Levine, R. (1986)

Monosaccharides in health and disease. - Annual Rev. of Nutrition 6: 211-224.

- Lipton, M.A.; Mailman, R.B. and Nemeroff, C.B. (1979)

Vitamins, megavitamin therapy and the nervous system. In nutrition and the brain, vol. 3. ed. by R.J. Wurtman and J.J. Wurtman, pp. 183-264. New York, Raven Press.

- Lovenberg, W.M. (1986)

Biochemical regulation of brain function. - Nutrition reviews/supplement May, 6-11.

- Mattes, J.A. and Gittelman, (1981)

Effects of artificial food colorings in children with hyperactive symptoms. - archives of general psychiatry 38: 714.

- Mcllwain, H. and Bachelard, H. B. (1985)

Biochemistry and the central nervous system. New York: Churchill livingstone.

- Mertz, W. (1981)

The essential trace elements - Science 213 (4514): 1332 - 1338.

- Mertz, W. (1983)

The significance of trace elements for health. - Nutrion today Septemper/October 26 - 31.

- Mesquita, M.; Seabra, M. and halpern, M. J. (1987)

Simple carbohydrats in the diet Am. J. of clin Nutrition 45 (5): 1197 - 1201.

- Nagaraja, T., N. and Desiraju, T. (1993)

Effect of chronic consumption of metanil yellow by developing and adult rats on brain regional levels of NE. DA and 5-HT. Food-Chem. Toxicol., 31 (1): 41 - 44.

- Novembre, E.; Dini, L.; Bernardini, R.; Resti, M. and Vierucci, A. (1992)

Unusual reactions to food additives pediatr. - Med. Chir., 14 (1): 39 - 42.

- Nowak, T. S. and Munro, H. N, (1977)

Effects of protein calorie malnutrition on biochemical aspects of brain development. In nutrition and the brain vol. 2, ed. R. J. Wurtman and J. J. Wurtman, pp 194 - 260. New York, Raven Press.

- Parry, G. J. and Bredsen, D. E. (1985)

Sensory neuropathy with low dose pyridoxine. Neurology 35: 1466 - 1468.

- Paulose, C. S.; Dakshinamurti, K.; Pacher, S. and Stephens, N. L. (1988)

Sympathetic stimulation and hypertension in pyridoxine deficient adult rat. Hypertension, 11 (4): 387 - 391.

- Penafiel, R.; Cremades, A.; Monserrate, F. and Puelles, L. (1991)

Monosodium glutamate induced convulsions in rats; Influence of route of administration, temperature and age. Amino acids, 1 (1): 81-89.

- Pennington, J.A. T.; Young B.E.; Wilson, D.B.; Johnson, R.D. and Vanderveen, J.E., (1984)

Nutritional elements in U.S. diets results from the total diet study. J. of Am. Dietetic Ass. 89 (5): 659-664.

- Pennington, J.A.T. (1990)

A review of iodine toxicity reports. J. of Am. Dietetic Ass. 90 (11): 1571-1581.

- Pizzi, W.J. and Barnhart (1976)

Effect of monosodium glutamate on somatic development, obesity and activity in the mouse. Pharmacology, Biochemistry and Behavior 51: 551-557.

- Pollitt, E. (1987)

Effects of iron deficiency on mental development, Methodology considerations and substantive findings. In Nutritional Anthropology, ed. F.E. Johnson, p. 225-254. New York, Alan R. Liss.

- Rulis, A.M. (1987)

Safety assurance margins for food additives currently in use. Regulatory Toxicology and Pharmacology 7: 160-168.

- Rush, D. (1984)

The behavioral consequences of protein energy deprivation and supplementation in early life: An epidemiological perspective. Nutrition and Behavior, ed. J.R. Galler pp. 119-157, New York, Plenum.

- Scrimshaw, N.S. (1969)

Nature of protein requirements. J. of Am. Dietetic Ass. 54 (2): 94-102.

- Sherman, A.R.; Helyar, L. and Wolinsky, I. (1985)

Effect of dietry protein concentration on trace minerals in rat tissues at different ages. J. of Nutrition 115: 607-614.

- Spring, B.J. and Coauthors (1986)

Effects of carbohydrates on mood and behavior. nutrition reviews/ supplement May 51-60.

- Steffens, A.B.; Leuvenink, H. and Scheurink, J.W. (1994) Effect of monosodium glutamate with and without guanosine 5-monophosphate on rate autonomic responses to meals. Physiol. Behav., 56 (1), 59-63.

- Surgue, M.F. (1987)

Neuropharmacology of drugs affecting food intake. Pharmac. Ther., 32:145-182.

- Swanson, J.M. and Kinsbourne, M. (1980)

Food dyes impair performance of hyperactive children and laboratory learning test. Science 207: 1485-1486.

- Truswell, A.S. (1985)

Vitamins II. - British Medical J. 291 (6502): 1103-1106.

- Visek, W.J. (1986)

Arginine needs physiological state and usual diets. Areevalution. J. of Nutrition 116: 36-46.

- Weiss, B. (1983)

The behavioral toxicity of food additives In: Nutrition update, vol. I. ed. J. Weininger and G.M. Briggs, pp. 21-38. New York, Wiley.

- Weiss, B.; Williams J.H. Margen, Abrams, B.; Caan B.; Cirton, L. J.; Cox, C. Mckibben, J; Ogar, D. and Schultz, S. (1980)

behavioral response to artificial food colors- Science 207: 1487-1488.

- Winter, R. (1989)

Consumer's Dictionary of Food Additives - New York: Crown.

- Witt, E.D. (1985)

Neuroanatomical consequences of thiamine dificiency, A comparative analysis- Alcohol Alcoholism 20-221.

- Wurtman, R.J. (1986)

Effect of food and nutrition on brain function, Ways that food can affect brain- Nutrition reviews/supplement, May 2-11.

- Yetiv, J.Z. (1986)

Popular Nutritional practices; A scientific Appraisal - Toledo, OH: Popular Medicine Press.

- Young, S.N. (1986)

The effect on agression and mood of altering tryptophan levels- Nutrition reviews/supplement May 112-122.

- Young, S.N. and Ghadirian, A.M. (1989)

Folic acid and psychopathology- Progress in Neuro-psychopharmacology and Biological psychiatry 13: 841-863.

- Zametkin, A.J. (1989)

The neurobiology of attention deficit hyperactivity disorder, a synopsis - Psychiatric Annals 19: 584-586.

- W.H.O. (1994)

World Health Organization, Geneva, carbaryl, 153.

رقم الإيداع : ٧٨١١/ ٩٩



7 & 10 شارع السلام أرض اللواء المهندسين

تليفون : 3256098 - 3251043